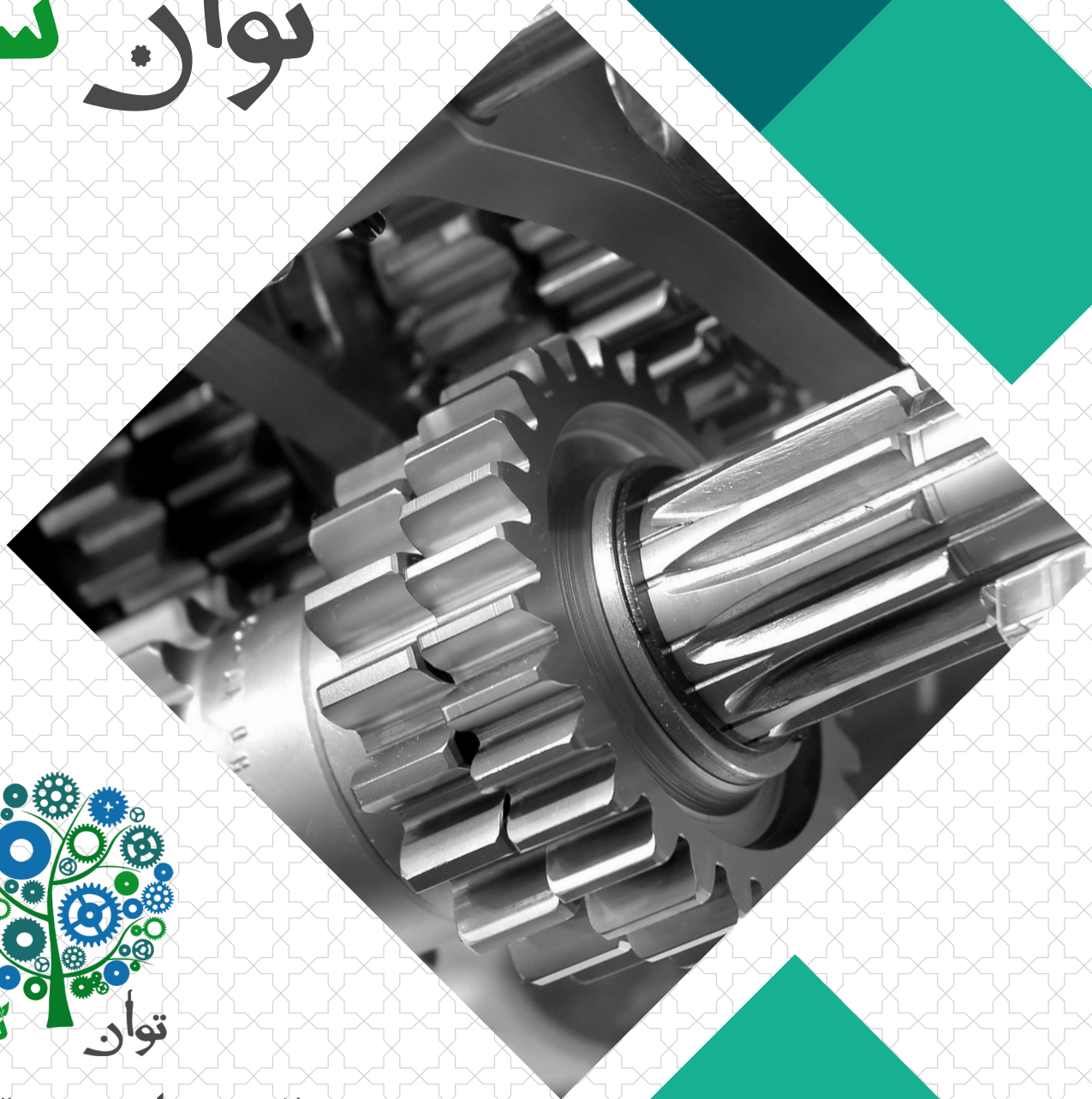




توان سبز

چاپ اول



نشریه علمی - تخصصی

انجمن علمی مکانیک بیوسیستم

دارای شماره مجوز از معاونت فرهنگی دانشگاه محقق اردبیلی

بهار ۱۳۹۷

هر کس در حال طلب دانش مرکش فرابرد، میان او و پیامبران یک درجه تفاوت باشد

حضرت علی (علیه السلام)

سخن سردبیر

بی شک اهمیت کشاورزی و به طبع آن رشته‌های کشاورزی بر کسی پوشیده نیست و با توجه به روند افزایش جمعیت جهان و به طبع آن نیاز به تولید بیشتر مواد غذایی و از طرف دیگر لزوم حفظ منابع آبی و خاکی و حفظ بستر خاک برای نسل‌های آینده استفاده از ابزارآلات پیشرفته در کشاورزی را ملزوم می‌دارد. لذا در این جلد از نشریه علمی تخصصی «توان سبز» سعی بر آن شده که اولاً به مباحث و مطالب به روز بپردازیم و ثانیاً از کمک‌ها و نقطه نظرات ارزشمند اساتید و فرهنگیان برجسته این حوزه به نحو عالی بهره ببریم. و نهایتاً هدف از چاپ این نشریه با این توان و قدرت به اشتراک‌گذاری زنجیری علمی در میان علاقمندان این رشته و حفظ وحدت دانش در میان جوامع دانشگاهی دیگر است.

علی اصغر محمدزاده

سردبیر

صاحب امتیاز:

انجمن علمی مکانیک بیوسیستم

مدیر مسئول:

علیرضا محمودی

سردبیر:

علی اصغر محمدزاده

طراح جلد:

رضا رسول زاده

طراح و صفحه‌آرا:

رضا رسول زاده - میثم نهاوندی

ویراستار علمی:

دکتر غلامحسین شاهقلی

ویراستار ادبی:

مهندس جواد جنت‌خواه

هیأت تحریر:

۱- دکتر غلامحسین شاهقلی

۲- دکتر ولی رسولی شریانی

۳- دکتر امیرحسین افکاری سیاح

۴- دکتر راضیه پوردریانی

۵- دکتر جواد طریقی

۶- مهندس جواد جنت‌خواه

۷- مهندس افشین عزیزی

۸- مهندس حسین ایرانزاد

۹- رضا اشرفی

۱۰- علیرضا محمودی

۱۱- علی اصغر محمدزاده

۱۲- میثم نهاوندی

۱۳- رضا رسول زاده

نشانی پستی:

دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی - ساختمان کلاس‌ها - طبقه همکف - دفتر انجمن‌های علمی دانشکده

پست الکترونیکی دبیر انجمن:

alirezamahmoudif14@gmail.com

آدرس وبلاگ:

<http://mbiosystemuma97.blogfa.com>

کانال تلگرامی:

https://t.me/m_biosystem_uma

پیج رسمی انجمن در اینستاگرام:

<https://www.instagram.com/mbiosystemuma9>

قیمت:

۰۰۰ تومان

شماره مجوز:

۱۰۰۰ از

۱ سنجش از دور



سنجش از دور شامل اندازه‌گیری و ثبت انرژی بازتابی از سطح زمین و جو پیرامون آن از یک نقطه مناسب بالاتر از سطح زمین ...

صفحه ۱-۴

۲ مروری بر فناوری های نوین در دستگاه های سورتینگ تعیین اندازه محصولات کشاورزی

وقتی از ماشین های کشاورزی صحبت می کنیم، نباید صرفاً بر مراحل کاشت، داشت و برداشت ...

صفحه ۵-۸

۳ آلمان



سال پیش خبری خواندیم درباره‌ی اینکه کشور آلمان به قدری انرژی تجدیدپذیر مازادداشت که دولت از شهروندانش ...

صفحه ۹-۱۰

۴ تحلیل تنش و مودال میل لنگ تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ به روش اجزاء محدود

تراکتورهای کشاورزی به‌عنوان رکن اساسی مکانیزاسیون توان لازم اغلب ادوات کشاورزی را فراهم می‌کنند. به خاطر توان موردنیاز زیاد، اجزاء اصلی موتور تحت بارهای زیادی قرار گرفته و تنش‌های بالایی بر اجزاء آن وارد می‌شود که می‌تواند باعث شکست آن‌ها

صفحه ۱۱-۲۰

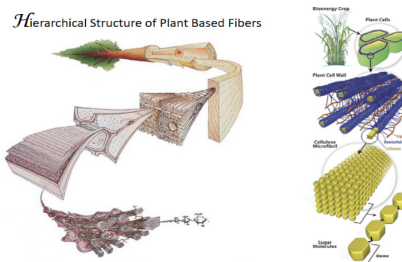
۵ تکنولوژی خانه هوشمند



به نظر شما یک خانه هوشمند ایده‌آل چطور خانه‌ایست؟ برای اینکه بهتر این مفهوم را درک کنید تصور کنید : ...

صفحه ۲۱-۳۰

۶ مروری بر کاربرد نانو سلولز در بسته بندی مواد غذایی



سلولز مولکولی دراز و پلیمری قوی است که از منابع بسیاری بدست می‌آید. از نانو بلورهای سلولزی برای تقویت نانو کامپوزیت‌ها ...

صفحه ۳۱-۳۶

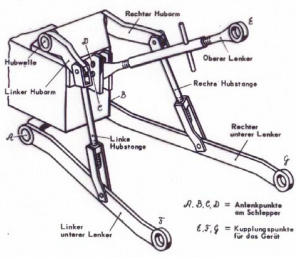
۷ آشکارسازی ردیف های کشت مبتنی بر استریوژن برای هدایت خودکار تراکتور



سنجش از دور شامل اندازه‌گیری و ثبت انرژی بازتابی از سطح زمین و جو پیرامون آن از یک نقطه مناسب بالاتر از سطح زمین ...

صفحه ۳۷-۴۱

۸ تاریخچه سامانه اتصال سه نقطه تراکتور



تراکتور کشاورزی در ابتدا برای کشیدن ادوات، حمل ابزار برای شخم زدن مورد استفاده قرار گرفت. شخم زدن زمین یکی از عملیات است ...

صفحه ۴۲-۴۷

۹ باتری هایی برای آینده



دو هفته‌امی ساینس‌نیوز در شماره‌ی ۲۱ ژانویه‌ی ۲۰۱۷ مقاله‌ی به نام ...

صفحه ۴۸-۴۹

۱۰ مزارع هوشمند (کوچک و پیشرفته)

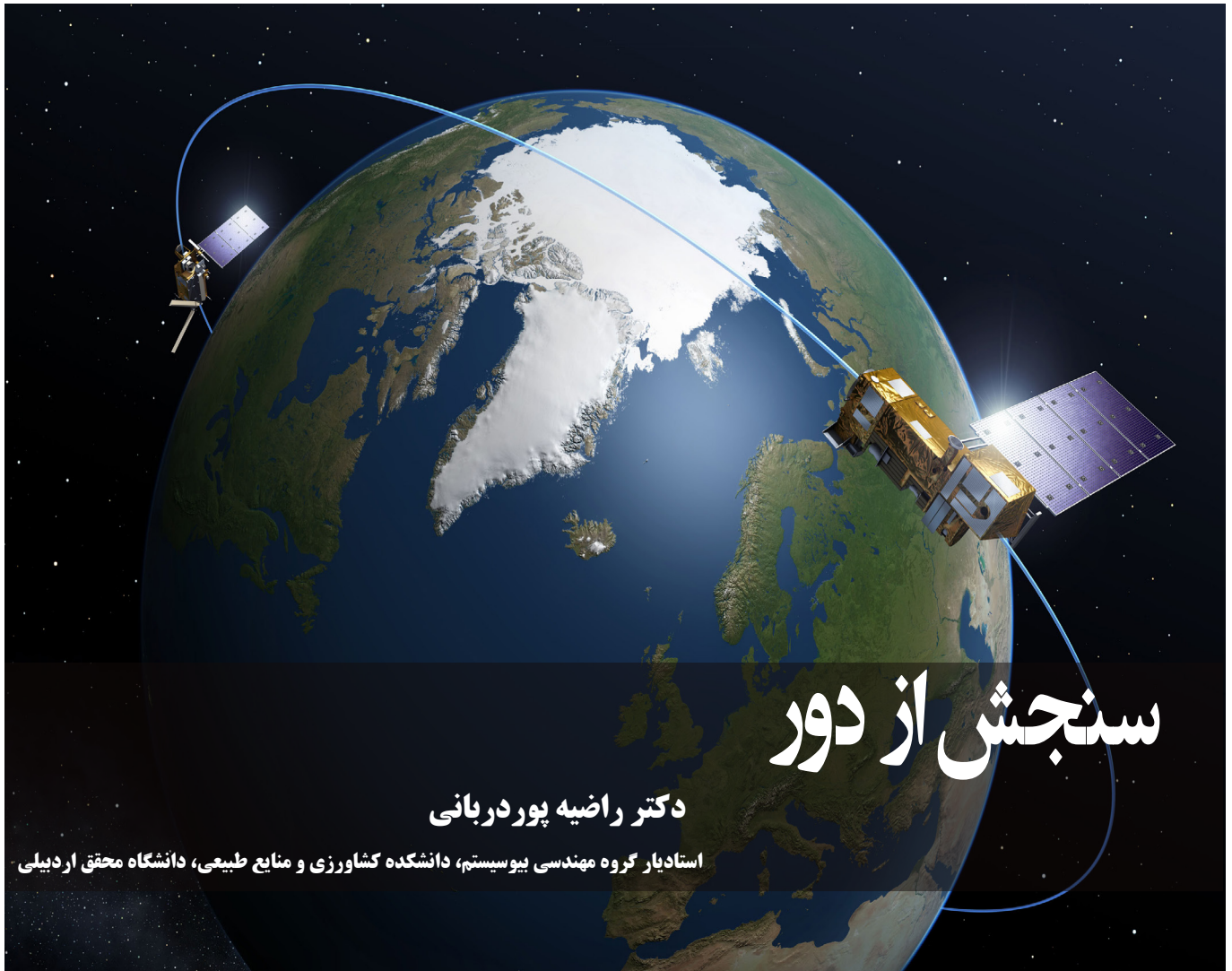


صنعت کشاورزی یکی از تأثیرپذیرترین صنایع از دگردیسی دیجیتال و پیشرفت فناوری است. غذا یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین ...

صفحه ۵۰-۵۲

۱۱ آینده کشاورزی و غذایی جهان در سال ۲۰۵۰

صفحه ۵۳



سنجش از دور

دکتر راضیه پوردربانی

استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

سنجش از دور چیست ؟

سنجش از دور شامل اندازه‌گیری و ثبت انرژی بازتابی از سطح زمین و جو پیرامون آن از یک نقطه مناسب بالاتر از سطح زمین است. پرتوهای بازتابی که از نوع امواج الکترومغناطیس هستند، می‌توانند دارای منابع گوناگونی همانند پرتوهای خورشیدی، پرتوهای حرارتی اجسام یا حتی پرتوهای مصنوعی باشند. سنجش از دور عبارت است از بدست آوردن اطلاعات از سطح زمین و سطح دریاها با استفاده از تصاویر اخذ شده از فراز آنها، با استفاده از بخش‌هایی از طیف الکترومغناطیس که از سطح زمین تابیده یا بازتابیده شده‌اند. همانطور که در بالا نیز شرح داده شد، سنجش از دور از انرژی الکترومغناطیسی بهره می‌گیرد. قوی‌ترین منبع تولیدکننده این انرژی، خورشید است که انرژی الکترومغناطیس را در تمام طول موج‌ها تابش می‌کند.

در کنار خورشید که به عنوان منبع طبیعی تولید انرژی الکترومغناطیس در سنجش از دور غیر فعال کاربرد دارد، انرژی الکترومغناطیس می‌تواند بصورت مصنوعی نیز تولید شود که آن را اصطلاحاً سنجش از دور فعال می‌نامند. وقتی انرژی الکترومغناطیس به زمین می‌رسد، قسمتی از آن بازتابیده و قسمت دیگری جذب می‌شود. انرژی جذب شده معمولاً پس از مدتی بصورت انرژی حرارتی تابش می‌گردد، این تابش عمدتاً در طیف فروسرخ رخ می‌دهد.

سهم بازتاب شده و سهم جذب شده انرژی الکترومغناطیس برای مواد گوناگون متفاوت است. با اندازه‌گیری مقدار انرژی الکترومغناطیس بازتابی یا تابش شده و مقایسه آن با منحنی‌های بازتاب طیفی موادی معین، می‌توان اطلاعاتی را از سطح خشکی‌ها و سطح دریاها بدست آورد. پرتوهای بازتابیده شده از اجسام روی سطح زمین، توسط سنجنده‌ها به صورت قابل نمایش و قابل پردازش، ثبت و ذخیره می‌شوند.

ایران و استفاده از ماهواره های سنجش از دور

یکی از اصلی ترین وظایف ماهواره های سنجش از دور بحث نقشه برداری و مسئله رصد بلایای طبیعی و همچنین هشدار درباره وقوع آنها هستند. ایران به عنوان کشوری که هر ساله با حوادث زیادی از جمله آتش سوزی، سیل و زلزله رو به رو می شود می تواند با استفاده از تصاویر با کیفیتی که توسط این دو نوع ماهواره تامین می شود بسیار بهتر و سریعتر این حوادث را پیشبینی و از وقوع آنها جلوگیری یا خسارات و تلفات حاصل از آنها را به حداقل برساند. بخش کشاورزی ایران نیز از جمله بخش هایی هست که با استفاده از این ماهواره ها می تواند به خوبی ارتقاء پیدا کند.

مسئله کشف و رصد وضعیت منابع آبی و خاکی از جمله دیگر وظایف اصلی این ماهواره هاست که با استفاده از آن میتوان در بحث مدیریت و صرفه جویی در منابع آبی بسیار بهتر عمل کرد. هرچند تاکنون ماهواره های مختلفی توسط دانشگاه های کشورمان ساخته شده است، اما به علل مختلف از جمله نبود منابع مالی لازم، این ماهواره ها هنوز توان تامین نیازهای کشورمان در حوزه های مختلف را ندارند و بهتر است در کنار تامین سریع نیازهای ضروری کشور به داده های ماهواره ای، برنامه و بودجه های لازم نیز در اختیار متخصصان کشورمان قرار بگیرد چراکه نمی توان همیشه متکی به کشورهای دیگر بود. در عین حال، هنوز خاطره های تلخ ناشی از همکاری های ماهواره ای با کشورهای شرقی و غربی، در ذهن رسانه ها و دانشمندان کشورمان زنده و گزنده است.

در جریان نمایشگاه هوا فضای ماکس ۲۰۱۵ که چندی پیش در روسیه برگزار شد اخباری مبنی بر امضاء قرارداد بین جمهوری اسلامی ایران با روسیه و یک کنسرسیوم اروپایی به منظور ساخت مشترک ماهواره های سنجش از راه دور به توافق رسیدند. بر اساس اعلام منابع روسی، قراردادی که بین ایران و شرکت «روسکازمس» امضاء شده است برای توسعه یک مدل ارتقاء یافته از ماهواره Kanopus-V1 که گاهی به اسم «Canopus-B» نیز شناخته می شود، است.

آشنایی با ماهواره Kanopus-V1

اما طرح جمهوری اسلامی ایران با روسیه بر مبنای ماهواره های سری Kanopus-V1 ساخت شرکت VNIIEM بوده و قرار است که گونه ای ارتقاء یافته از این مدل برای استفاده ایران طراحی و ساخته شود. این ماهواره از جمله سری مینی ماهواره های ساخت روسیه است که به صورت خاص برای رصد بلایای طبیعی، شناسایی آتش سوزی های جنگلی و آلودگی های وسیع، رصد منابع آبی و کشاورزی، نقشه برداری از سطح زمین و همچنین مطالعه تغییر رفتاری در سطح زمین برای هشدار در بحث پیش بینی زلزله استفاده می شود.



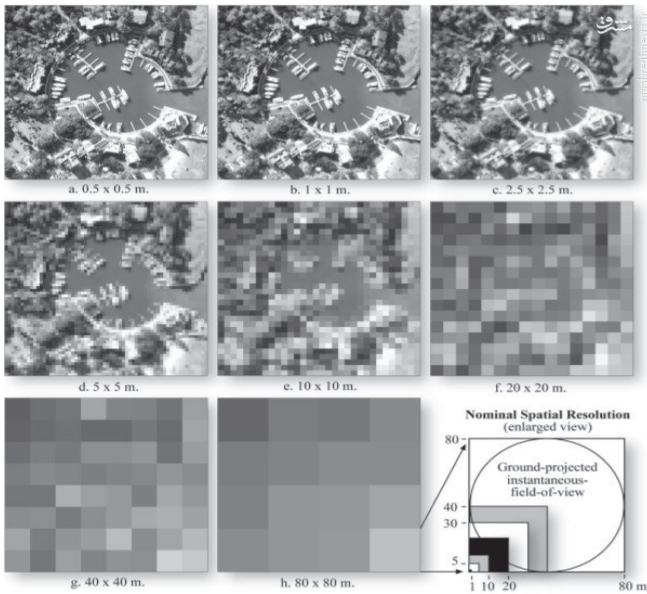
ماهواره Kanopus-V1



ماهواره Kanopus-V1 در حال آماده شدن برای نصب بروی راکت

این سری از ماهواره دارای وزنی در حدود ۴۰۰ کیلوگرم بوده و محموله تصویربرداری همراه آنها شامل دو نوع دوربین است. یکی دوربین چند طیفی با قابلیت تصویر برداری با کیفیت ۱۰.۵ متر و دیگری دوربین با قابلیت تصویر برداری چند رنگی با دقت ۲.۵ متر است. این ماهواره به طور معمول در ارتفاع ۵۱۰ الی ۵۴۰ کیلومتری از سطح زمین با زاویه ۹۷.۵ درجه از سطح زمین قرار می گیرد.

این ماهواره پس از پرتاب در مداری همگام با خورشید قرار گرفته و این در مسیر از قطب شمال تا قطب جنوب گردش می کند. فرار گرفتن در مداری همگام با خورشید به این معناست که این ماهواره همواره در حال پرواز بر روی مکانی از کره زمین است که خورشید در حال تابش به آن منطقه است.



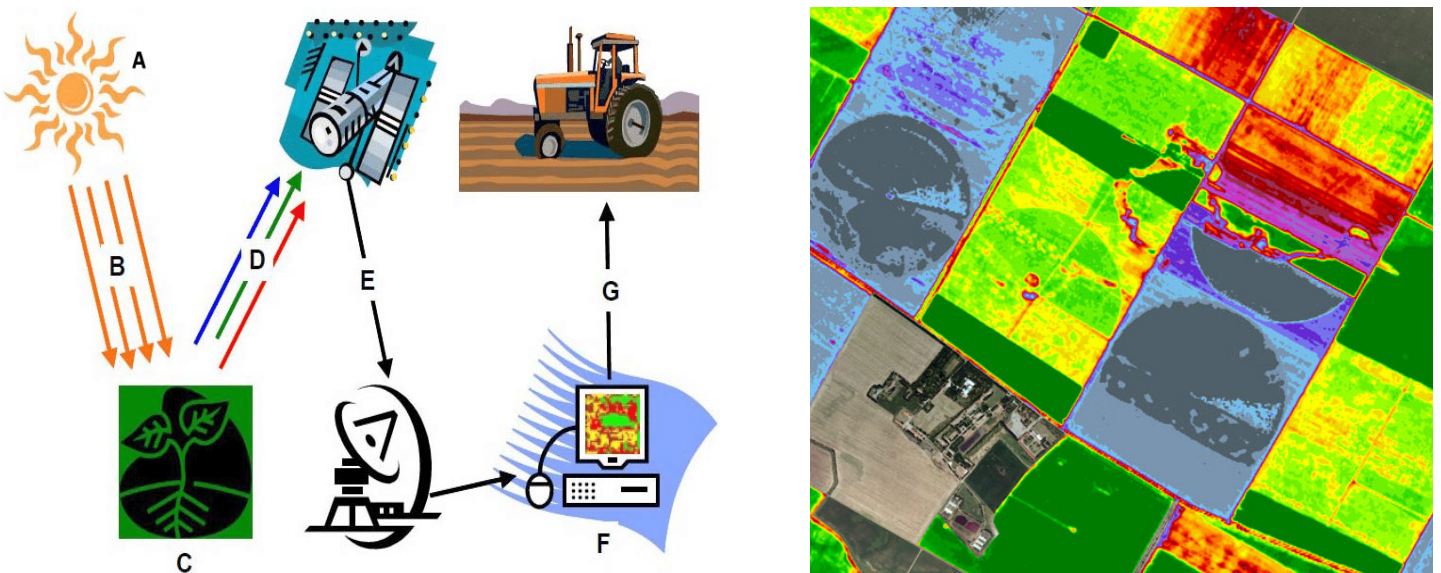
ماهواره Kanopus-V1 در حال آماده شدن برای نصب بروی روی راکت

یک نمونه از این ماهواره در سال ۲۰۱۲ میلادی برای اولین بار به فضا پرتاب شده و با توجه به عمر پنج ساله این ماهواره همچنان در حال گردش به دور کره زمین می باشد. این ماهواره ها معمولاً با استفاده از راکت های سایوز روسی به فضا پرتاب می شوند. منابع روسی مدعی شدند که ماهواره مورد نظر در سال ۲۰۱۸ به فضا پرتاب می شود اما مسئولان و رسانه های کشورمان، حرفی از زمان و نوع پرتاب این ماهواره نزنده اند. اما ماهواره ای که قرار است کنسرسیوم «صهفا ماهواره» متشکل از ۲۸ شرکت دانش بنیان عرصه فضا با مجموعه اروپایی بسازد به ۲ سال زمان برای تکمیل نیاز داشته و یک ماهواره سنج از دور با توان تهیه تصاویر با کیفیت ۱ متر است. جزئیات بیشتری از این قرارداد منتشر نشده است اما تصویری که در بالا قرار دارد می تواند به شما کیفیت تصاویر با دقت ۱ متر را نشان دهد.

مسئله داشتن یک ماهواره سنجش از دور با کیفیت تصویر برداری یک متر که یکی از بالاترین وضوح ها در ماهواره های غیر نظامی محسوب می شود یک توان مناسب برای بخش های خاصی از کشور است.

سنجش از دور در کشاورزی

تهیه غذای کافی مبتنی بر کشاورزی می باشد که این امر نیز منوط بر دو ماده حیاتی آب و خاک است. مدیریت صحیح بر منابع آب و خاک کره زمین، مستلزم دستیابی به اطلاعات صحیح و به روز می باشد. که ظاهراً اطلاعات ماهواره ای تهیه این اطلاعات را برای بشر مقدور می سازند. استفاده از این تکنولوژی دارای محاسن با هزینه و زمان کمتر می باشند. همچنین بشر با مشکلات مهم جهانی دیگر مانند کمی آب، بلایای طبیعی، تخریب محیط زیست، علوم ارتباطات فیزیکی خوب و عدم شناخت منابع روبرو می باشد. به نظر می رسد سنجش از دور به تنهایی راه حلی برای مشکلات فوق ارائه نمی نماید، بلکه مجموعه ای از اطلاعات را به روشی که قبلاً هرگز امکان آن وجود نداشت مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد. کاربردهای داده های ماهواره ای اطلاعات ماهواره ای به دلیل ویژگیهای خاصی که دارند جای خود را در اغلب زمینه ها باز نموده اند و با پیشرفت این فن و افزایش قدرت تفکیک سنجنده ها و توانایی سیستمهای تجزیه و تحلیل، کاربردهای روز افزونی پیدا کرده است.



کاربرد سنجش از دور در کشاورزی

- بررسی و شناخت گونه های زراعی
- تعیین نوع محصول و سطح زیر کشت آن
- تعیین و ارزیابی مراحل رشد و عملکرد گیاهان
- مطالعه امکان توسعه و گسترش کشاورزی در مناطق جدید
- تهیه نقشه های مختلف کشاورزی در زمینه خاکشناسی :**
- مطالعات ارزیابی اراضی
- مطالعه اجمالی خاکهای سطحی
- بررسی و شوری
- مطالعه مسائل حفاظت خاک
- بررسی زمینهای بایر با شناخت اراضی قابل کشت
- تهیه نقشه های LAND USE , LAND FORM در زمینه منابع آب :**
- تهیه نقشه های هیدرولوژی در سطح وسیع
- تعیین سطح حوزه های آبخیز و بررسی هیدرولوژی آنها
- بررسی مناطق سیل گیر و تعیین سطح مناطق سیل زده در کوتاهترین زمان بعد از سیل
- برآورد مقدار آب حاصله از ذوب برفها
- ارزیابی آب از نظر مواد معلق و آلودگی آن
- مطالعه و پیشنهاد محل مناسب احداث سد
- بررسی و مطالعه آبهای سطحی اعم از دائمی و فصلی و تغییرات آنها
- تهیه نقشه های هیدروترمال مطالعه آبهای زیرزمینی :**
- بررسی عوامل ژئو مورفولوژی در ارتباط با مخازن زیر زمینی
- تشخیص و طبقه بندی مناطق آبرفتی و مخروط افکنه و خصوصیات آنها از نظر رطوبت، بافت ...
- تعیین سطح حوزه آبریز سفره های زیر زمینی
- به منظور بررسی مقدار آب ورودی به سفره
- تشخیص مسیلهها و بسترهای قدیمی رودها و کانالها در زمینه جنگلها و مراتع :**
- مطالعه امکان توسعه جنگل در مناطق جدید
- اندازه گیری سطح پوشیده از جنگل
- مطالعه و طبقه بندیهای مختلف در جنگلها و مراتع
- برآورد پارامترهای کمی توده های جنگلی
- تشخیص و تعیین حدود مناطق آسیب دیده در سطح وسیع
- نظارت و کنترل بر تغییرات جنگل و مرتع در سطح وسیع
- تهیه نقشه های سطح پوشش مختلف

- ارائه اسناد جهت مشکلات تخریبی اراضی در زمینه زمین شناسی :**
- بطور کلی اولین کاربرد اطلاعات ماهواره ای در مسائل زمین شناسی بوده و برای اولین بار نظر زمین شناسان را به خود جلب نمود. در این زمینه قدرت تفکیک کم اطلاعات ماهواره ای نسبت به دیگر مزایای آن نظیر : تکراری بودن تصاویر و ثابت بودن زاویه تابش خورشید از اهمیت کمتری برخوردار می باشد. با توجه به مزایای ذکر شده امکان تهیه فتو موزاییک در سطوحی وسیع به راحتی میسر می باشد که این خود در موارد زیادی مورد استفاده قرار می گیرد.
- مطالعه ژئومورفولوژی در مناطق وسیع و یکپارچه و حتی قاره ای
- مطالعات تکتونیکی و بررسی گنبد های نمک، توده های آذرین ، پدیده های خطی نظیر گسلها و چین خوردگیهای بزرگ، در این رابطه تعداد زیادی گسل ناشناخته در جهان کشف شده است.
- زمین شناسی اقتصادی ، کشف منابع و معادن جدید نفت و معدنی که ارزش اقتصادی فراوانی دارند، کشف این منابع از طریق اطلاعات ماهواره ای به کمک اطلاعات جنبی و زمینی هزینه های کمتری نسبت به عملیات اکتشاف زمینی (حفاری) در بر دارد.
- مطالعات ژئوترمال
- مطالعات اولیه در زمینه ثبات و پایداری زمین در ارتباط با طرحهای عمران
- مطالعه و بررسی تغییرات شنای روان و چگونگی حرکت آنها در زمینه جغرافیا و کارتوگرافی :**
- تصاویر ماهواره ای را میتوان تصاویری قائم دانست که به دلیل انجام تصحیحات هندسی در آن تقریباً فاقد خطا و اشتباهات مهم می باشند ، لذا از آن میتوان در موارد زیر استفاده کرد :
- تهیه نقشه های پایه و مبنائی در مقیاسهای کوچک و متوسط
- به هنگام سازی نقشه های فرم و پوشش زمینی بر اساس یک آمار برداری در سال ۱۹۷۶ حدوداً ۷۰ % مناطق جهان دارای نقشه های کوچک مقیاس قدیمی اند و یا آنکه فاقد نقشه می باشد با استفاده از تصاویر ماهواره ای به سهولت و هزینه کم می توان این چنین نقشه هایی را برای مناطق یاد شده تهیه نمود.
- تهیه فتومپ (نقشه عکسی یا پیکتومپ)
- نظارت و کنترل بر نحوه گسترش مناطق شهری در زمینه شبیلات و محیط زیست
- مطالعه و تعیین مناطق مناسب میبده ماهی از طریق تعیین عمق و آلودگی آب دریاها
- مطالعه اثرات زیست محیطی جنگلها
- بررسی کیفیت منابع آب
- تعیین مرکز تجمع پلانکتونها
- تعیین مراکز تجمع انواع ماهی با توجه به تجمع موجودات ریز دریایی در زمینه بررسی و مطالعه خطرات و بلاهای طبیعی :**
- بررسی و مطالعه خطر سیل و سیل گرفتگی - طوفان و عوامل جوی
- خطرات زلزله و زمین لغزش و رانش زمین
- آتش سوزی در منابع طبیعی

مروری بر فناوری‌های نوین در دستگاه‌های سورتینگ

تعیین اندازه محصولات کشاورزی

ترجمه و تلخیص: دکتر امیر حسین افکاری سیاح

دانشیار گروه مهندسی بیوسایستم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی



وقتی از ماشین‌های کشاورزی صحبت می‌کنیم، نباید صرفاً بر مراحل کاشت، داشت و برداشت معطوف گردیم. امروزه مهمترین چالش‌ها و مشکلات ما در کشاورزی مکانیزه در حوزه پس از برداشت می‌باشد که خود شامل مجموعه وسیعی از فرایندها و ماشین‌الات است. مراحل اصلی مانند پوست کنی، آسیاب کردن، خشک کردن، تمیزکاری و بوجاری، سورتینگ، گریدینگ، ذخیره سازی، بسته بندی و غیره. مراحل پس از برداشت میوه و سبزی بواسطه تقاضای رو به افزایش مصرف کننده از لحاظ کیفی حالتی پویا دارد. این مسئله، همراه با لحاظ این نکته که ماشین به مراتب یکنواخت تر از انسان عمل می‌کند و این که باید هزینه های نیروی انسانی را کاهش داد منجر به آن شده است که در چند دهه اخیر توجه ویژه ای به توسعه مکانیزاسیون و اتوماسیون در مراحل پس از برداشت و به ویژه مراکز پکینگ هاوز گردد. در این مراکز فرایندهای مختلفی مانند شستشو، تمیزکاری، جداسازی، سورتینگ، بسته بندی، برچسب زنی و و از جمله سورتینگ بطور یکجا انجام می پذیرد. در این بین یکی از مراحل مهم، بخصوص در محصولات غیر دانه ای مانند میوه، غده و سبزی، سورتینگ بر اساس اندازه می باشد. منظور از سورتینگ، دسته بندی و کلاسه بندی یک محصول بر اساس یک ویژگی یا صفت است. وقتی از اندازه صحبت می‌کنیم منظورمان ممکن است ابعاد سه گانه، حجم، و حتی پارامترهای دیگر مانند سطح تصویرشده از محصول باشد. مفید بودن تخمین اندازه محصول کاملاً موجه و واضح می باشد. در این مطالعه هدف شناسایی روش های مختلف تخمین اندازه محصولات کشاورزی، بویژه محصولات باغی، با مبنای الکترونیکی و با تاکید بر نوع و چند بعدی بودن آن است. در ابتدا مروری خواهد شد بر اهمیت ارزیابی اندازه محصول و فواید آن و سپس طبقه بندی از سیستم های مختلفی که تاکنون معرفی شده اند ارائه می گردد. در مجموعه پس از برداشت، تعیین اندازه میوه به دلایل زیر اهمیت دارد:

این فرایند به ما کمک می‌کند تا محصول برداشت شده برای فروش در خرده فروشی را در دسته های مختلف جدا کنیم. این روش مرسوم در خرده فروشی میوه و سبزی است که معمولاً بواسطه تفاوت قیمت محصولات کوچک تر نسبت به محصولات بزرگ تر و نیز به دلیل تقاضای مشتری انجام می پذیرد، ضمن اینکه خریدار معمولاً ترجیح می‌دهد که در هر دسته میوه ها از اندازه یکسانی برخوردار باشند. اما دلیل مهم دیگری نیز برای دسته بندی میوه ها بر اساس اندازه وجود دارد و آن امکان بسته بندی محصولات در الگوهای خاص (patternpacking) است. مزیت این الگوی خاص نسبت به بسته بندی بصورت قاطی و درهم (jumblepacks)، این است که در روش اول حفاظت از محصول بهتر صورت می‌گیرد. ضمن اینکه بسته بندی در الگوهای خاص سبب استفاده بهینه از فضا و حجم می‌شود که بویژه در حمل و نقل اهمیت دارد و عملاً رسیدن به حداکثر چگالی بسته بندی از این طریق امکان پذیر است. مثلاً در مورد پرتقال، در بسته بندی میوه های هم اندازه، چگالی بسته تا ۷۴٪ افزایش می‌یابد.

یکی از مهمترین شاخص های یک محصول چگالی آن است، در سیستم های سورتینگ میوه بر اساس چگالی تعیین اندازه میوه یک ضرورت محسوب می‌گردد، زیرا باید دو پارامتر اولیه، یعنی وزن و حجم میوه، بطور همزمان تعیین شوند. جداسازی بر اساس چگالی به دو دلیل اهمیت دارد. اول اینکه، در بسیاری از گونه ها، چگالی میوه با میزان محتوای محلول جامد (میزان قند) آن همبستگی دارد، یا به عنوان مثال در سیب زمینی نیز محتوای نشاسته با چگالی غده همبستگی دارد. دوم اینکه، تعیین چگالی می‌تواند برای جداسازی بر اساس عیوب ناشی از یخ زدگی در پرتقال، میوه هایی که بطور طبیعی آب از دست داده اند، پف دار بودن در نارنگی، میوه های آسیب دیده در داخل ناشی از تاثیر حشرات، هندوانه های توخالی و موارد دیگر مورد استفاده قرار گیرد. با اطلاع از میزان اندازه میوه می‌توان سطح رویه (Surface area) محصول را تخمین زد. از سطح رویه می‌توان برای تخمین جمعیت میکروبی موجود بر سطح ماده غذایی، برای ارزیابی میزان انتقال حرارت، رطوبت (به شکل بخار آب) و گاز از سطح محصول، و یا برای تخمین عملیات پوست کنی استفاده نمود.

در صنایع غذایی نیز برای عملکرد بهینه ماشین های فرآوری لازم است تا میوه ها را بر اساس اندازه در دسته های مختلف جداسازی شوند. به عنوان مثال، برخی از دستگاه های آب گیری مرکبات صرفاً برای میوه هایی با اندازه معین طراحی شده اند. همچنین در کارخانجات تهیه کنسرو و آرتشیو، سبزی ها پیش از ورود به واحدهای پوست کن می بایست بر اساس اندازه دسته بندی شده باشند. به همین ترتیب در صنایع تولید کمپوت هلو نیز میوه ها باید از لحاظ اندازه با دستگاه هسته گیر مطابقت پیدا کنند. هلوهای خیلی کوچک باید دو نیم شده، چهارتکه شده و یا اینکه بطور لایه ای بریده شود تا امکان ورود به فرآیند برای آنها فراهم شود.

سیستم های الکترونیکی تعیین ابعاد محصولات باغی

طی چند دهه گذشته، سیستم های الکترونیکی متعددی برای تعیین غیر مخرب ابعاد محصولات باغی توسعه یافته اند. اجازه بدهید که این سیستم ها را بر اساس اصول اندازه گیری شان به ۶ دسته تقسیم کنیم:

۱- سیستم هایی بر پایه اندازه گیری حجم ما بین میوه و پوسته

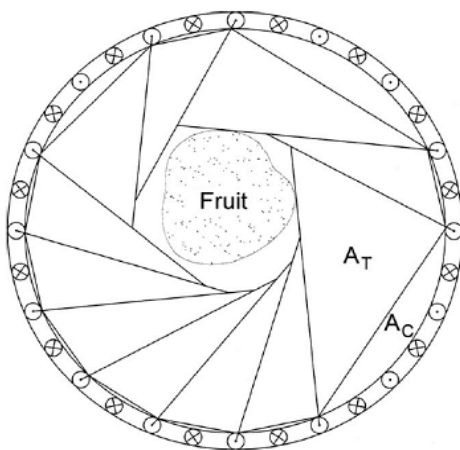


Fig. 1. Triangles and circle segments making up the area between the fruit contour and the optical ring sensor frame (redrawn from Gall et al., 1998).

با اینکه این سیستم از نوع ماشین بینایی نیست اما از نوع سه بعدی محسوب می گردد. نام این روش سیستم حسگر حلقوی نوری است که توسط Gall(1997) توسعه یافته است. این سیستم که بر مبنای ممانعت از عبور نور عمل می کند شامل یک شاسی حلقوی است که بر روی آن تعداد زیادی ترانسمیتر و گیرنده های فرسرخ بطور جایگزین چیده شده اند (شکل ۱) و هریک نوری بصورت وتری در محیط دایره ایجاد می کنند. از دو وتر غیر متقاطع نزدیک بهم، یا وترهای مماسی برای تقریب سطوح جسم استفاده می شود. برای اشیای دو-بعدی و سه-بعدی الگوریتم یکسان است. این روش حتی زمانیکه میوه در حال حرکت (با سرعت حداکثر 2m/s) باشد نیز قابل استفاده است.

۲- سیستم های بر پایه اندازه گیری فاصله بین یک منبع تشعشع و محیط میوه

این سیستم ها بر پایه اندازه گیری فاصله بین یک منبع تشعشع و محیط میوه عمل می کنند، که این فاصله خود از طریق اندازه گیری مدت زمان حرکت (TOF) موج تعیین می شود. نکته ای که در این روش وجود دارد این است که به جز یک transmitter برای تولید سیگنال و یک receiver برای دریافت سیگنال منعکس شده، به سنجش دقیق زمان نیز نیاز خواهد بود. بر همین اساس در سال ۱۹۹۵ وسیله ای برای تخمین سریع اندازه میوه توسعه داده شد که ساختمان آن شامل سه میله بود که یک سه پایه معکوس را شکل می داد (شکل ۴). برعکس سه پایه دوربین عکاسی، این سه پایه حالت صلب و یک تکه داشته و زوایای بین میله ها ثابت می باشد. البته، این سه پایه معکوس بجای یک مخروط ناقص صلب مورد استفاده قرار می گیرد، زیرا قرار است از این وسیله برای اندازه گیری میوه در حالیکه به شاخه درخت متصل است استفاده گردد، در اینصورت به فاصله خالی بین میله ها برای فرو رفتن در شاخ و برگ درختان نیاز است. از یک حسگر فراموت برای اندازه گیری فاصله در این دستگاه استفاده شد. زمانی که یک میوه در فضای داخلی سه پایه معکوس قرار می گیرد تا حدی به پایین می رود تا بین سه پایه گیر کند. طبیعتاً، جایی که میوه گیر می کند متناسب با اندازه میوه خواهد بود. لذا، میوه های بزرگتر در فاصله بیشتری نسبت به حسگر فراموت قرار می گیرند، در حالیکه میوه های کوچک تر کاملاً به سمت پایین لغزیده و در نزدیکی حسگر فراموت قرار می گیرند.

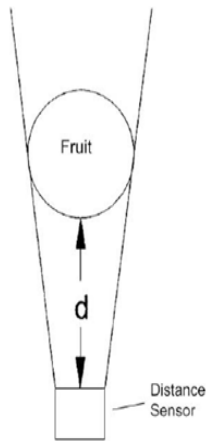


Fig. 4. Schematic of the inverted tripod system for fruit size determination based on TOF of ultrasonic waves (redrawn from Laing et al., 1995).

سازندگان این دستگاه از نمونه های لیمو برای تعیین دقت اندازه گیری آن استفاده نمودند درحالیکه در روش شاهد از یک کولیس استفاده کردند. خطای این سیستم معادل ۲٪ و مدت زمان اندازه گیری ابعاد یک میوه ۱۰ ثانیه گزارش شد.

۳- سیستم های بر مبنای سد کردن مسیر نور

ابعاد این روش به سال ۱۹۸۱ بر می گردد و تشکیل شده است از یک جفت Transmeter و یک گیرنده که در سمت مقابل آن بر روی نقاله قرار دارند. در بین گیرنده و ترانسمیتر فاصله ای وجود دارد و گیرنده نور تابیده شده از ترانسمیتر را دریافت می کند (شکل زیر).

۴- سیستم های ماشین بینایی دو بعدی

در این سیستم ها معمولا از دوربین های ویدئویی مجهز به حسگرهای CCD یا CMOS برای تهیه تصاویری شفاف از میوه، استفاده می شود. در این ارتباط، معمولا از سخت افزارها و نرم افزارهایی که اختصاصا برای این منظور ساخته شده اند استفاده می شود تا به کمک آنها و از طریق تحلیل تصاویر بتوان مولفه هایی همچون قطر، محیط و یا سطح رویه را با بررسی پروفیل دیجیتال دو-بعدی از تصویر بدست آورد. بدون در نظر گرفتن دوربین، مهمترین اجزای سخت افزاری

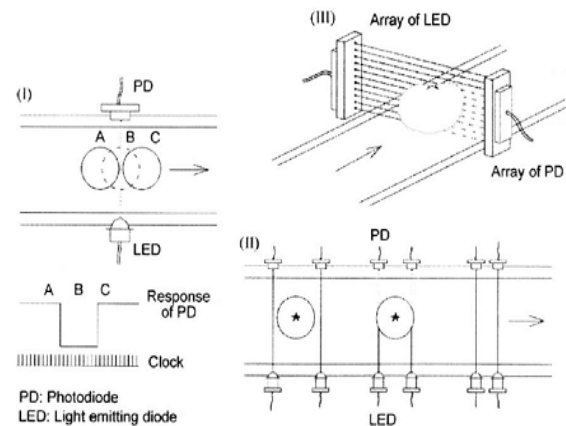


Fig. 5. Three types of optoelectronic sizing systems based on the obstruction of light barriers (redrawn from Iwamoto and Chuma, 1981).

در این روش اجزای نورپردازی و بخش سخت افزاری رایانه می باشند. در این سیستم وظیفه دیجیتالایزر تبدیل تصویر به شکل رقومی می باشد. همچنین وظیفه سامانه نرم افزاری، پردازش تصویر، مرزبندی و نهایتا استخراج مولفه ها یا همان اندازه گیری است. امروزه، در بسیاری از واحدهای packing house در کشورهای پیشرفته از فناوری ماشین بینایی دو-بعدی با حسگرهای نوری بهره می برند. در یک سیستم معمولی، میوه هایی که توسط نقاله زنجیری در حال حرکت می باشند از بالا توسط یک یا چند دوربین تصویر برداری می شوند. در برخی موارد از چند آینه جانبی برای افزودن بر تعداد نماها نیز استفاده می شود.

۵- سیستم های ماشین بینایی سه بعدی

این گروه از سیستم ها شامل طیف گسترده ای از تکنیک های مختلف اند که احتمالا در آینده در بسیاری کاربردها مکمل سیستم های ماشین بینایی دو-بعدی خواهند شد، زیرا مشاهده خودکار فرآیندها نیازمند اطلاعات سه-بعدی است تا ویژگی های هندسی جسم مورد بررسی ارتقا یابد. در واقع قابلیت سیستم های دو-بعدی بواسطه عدم اطلاعات کافی که در تصاویر دو-بعدی وجود دارند بسیار محدود است. مشخص ترین محدودیت تصاویر دو-بعدی، عدم وجود اطلاعات کافی در مورد بعد فرورفتگی یا ارتفاع اجسام داخل تصویر و نحوه ارتباط آنها با دو بعد دیگر است، که، جدای از حالت های خاص مانند بررسی شکل میوه یا تعیین بافت تصویر، تاثیر زیادی در تخمین دقیق حجم و سطح رویه دارد. اندازه گیری عمق، در نوع بخصوصی از تصاویر دیجیتال امکان پذیر است که به آن تصویر عمقی یا Range Image گفته می شود.

Besl (1989) یک تصویر عمقی را به صورت مجموعه بزرگی از فواصل اندازه گیری شده از یک سیستم مختصات شناخته شده نسبت به نقاط روی جسم در صحنه تعریف می کند. بنابراین، هر پیکسل از تصویر عمقی بیان کننده فاصله بین چارچوب مبنا نسبت به یک نقطه از صحنه اصلی می باشد. تکنیک های ماشین بینایی سه-بعدی خود در دو گروه غیر فعال (passive) و فعال (active) دسته بندی می شوند. در روش غیر فعال یا Stereovision با استفاده از مثلث یابی (triangulation) می توان با کمک دو تصویر از جسم مورد نظر که از دو نمای مختلف گرفته شده است اطلاعات سه-بعدی تصویر را استخراج نمود (شکل زیر).

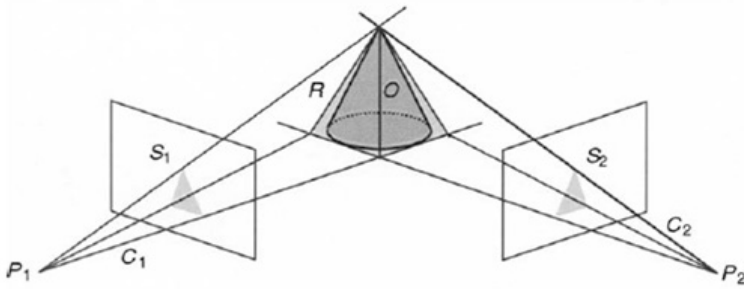


Fig. 6. Principle of the volume intersection method. Reprinted with permission from (Imou et al. 2006), © 2006 ASABE.

در حالت فعال، یک روش جایگزین برای روش استریوویژن، روش projection of Structured light است که در آن نور بصورت تنظیم شده و بطور فضایی بر روی میوه تابیده می شود. در این روش مشکل منطبق نمودن نقاط نیز تا حدی تسهیل می گردد و مزیت دیگر آن صرفا استفاده از یک دوربین می باشد. در این سیستم از تصویر کردن یک تابش دارای الگوی خاص (مثلا گریدبندی شده) با یک زاویه مشخص بر روی جسم استفاده می گردد.

متداول ترین الگوی تابشی، استفاده از الگوهای خطوط نور لیزر به صورت یک صفحه نوری است که بر جسم می تابد. زمانی که صفحه نور لیزر با سطوح خارجی جسم برخورد می کند، می توان خطوط روشنی از نور را بر روی سطح جسم مشاهده نمود. حال با مشاهده این خطوط نوری از زاویه ای خاص بوسیله یک دوربین (شکل ۷)، می توان تغییراتی را که در این خطوط، بواسطه تغییر انحنای سطح جسم مشاهده می شود، بر اساس اصول triangulation به تغییرات ارتفاع تبدیل نمود (شکل زیر).

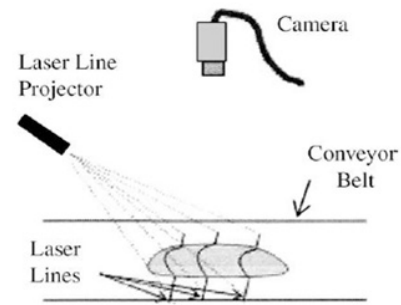


Fig. 7. Active triangulation: projection of a simple structured light pattern consisting of three laser lines onto a piece of food. Reprinted with permission from (Lee et al., 2003), © 2003 SPIE.

۴- سیستم های ماشین بینایی دو بعدی

این گروه شامل سیستم های بر مبنای تصاویر داخلی جسم، همانند روش های تصویربرداری توموگرافی (CT) یا تصویر برداری بر اساس نوسان مغناطیسی (MRI)، و دیگر روش هایی است که در گروه های دیگر قرار می گیرند. به عنوان مثال، در سیستم چشم مصنوعی که توسط Kanali و همکاران (۱۹۹۸) ارائه شد داده های جمع آوری شده به مدل شبکیه (retina model) که بصورت یک پروتوتایپ سخت افزاری است منتقل می گردد. این پروتوتایپ اساسا از یک محفظه نیمه کروی (شبکیه مصنوعی) تشکیل شده که مجهز به تعدادی حسگر نوری یا سلولهای حس کننده می باشد (شکل ۸). وظیفه حسگرهای نوری اندازه گیری توزیع شد نوری است که از تصویر سه-بعدی از جسم در شبکیه حاصل میگردد. عملکرد سلول های حسگر وابسته به نحوه جمع آوری اطلاعات اولیه از شکل جسم است. برای ارزیابی عملکرد این سیستم، آزمایشاتی بر روی پرتقال و بادنجان انجام شد. نتیجه این آزمایشات به ترتیب رسیدن به دقت ۹۹% و ۷۴% برای دو محصول مورد نظر بود.

منبع

Moreda, et al., (2008). Non-destructive technologies for fruit and vegetable size determination – a review. Journal of Food Engineering.



آلمان

سال پیش خبری خواندیم درباره‌ی اینکه کشور آلمان به قدری انرژی تجدیدپذیر مازاد داشت که دولت از شهروندانش خواست به مدت چند ساعت تمام دستگاه‌های برقی‌شان را روشن کنند و حتی در ازای این کار به آنها پول هم می‌داد. در آن روز نزدیک به ۹۰ درصد برق مورد نیاز آلمان از منابع انرژی تجدیدپذیر تامین می‌شد. اما با تمام این اوصاف، این بدین معنی نیست که یکی از بزرگ‌ترین اقتصادهای جهان اصلاً گاز گلخانه‌ای تولید نمی‌کند. در واقع آلمان به بقیه‌ی دنیا درسی داده و آن این است که وقتی بخواهیم میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را صرفاً با نیروی خورشیدی و بادی کاهش دهیم، اتفاقی بدی می‌افتد.

سال‌ها بود که میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در آلمان پایین آمده بود. اما در سال ۲۰۱۵ درصد انتشار این گازها اندکی بیشتر شد. دلیل آن هم عمدتاً این است که این کشور بیش از میزان مورد نیازش برق تولید می‌کند. گاهی اوقات انرژی تجدیدپذیر تولید شده به حدی زیاد می‌شود که تقریباً کل برق مورد نیاز این کشور را تامین می‌کند. اما افت و خیز این انرژی به دلیل تغییر شرایط جوی دولت آلمان را مجاب می‌کند که دیگر نیروگاه‌های برق را فعال نگه دارد. این نیروگاه‌ها هم عمدتاً با سوختن زغال سنگ انرژی‌شان را تامین می‌کنند.

حالا دولت این کشور می‌خواهد طی پروژه‌ای به نام Energiewende استراتژی انرژی‌اش را دوباره از سر بگیرد. این پروژه در سال ۲۰۱۰ کلید خورده بود با این هدف که سهم این کشور در تولید برق از منابع تجدیدپذیر افزایش یابد و در همین راستا، انتشار گازهای گلخانه‌ای هم در این کشور کمتر شود، طوری که تا سال ۲۰۲۰ سطح این گازها ۴۰ درصد کمتر از سال ۱۹۹۰ باشد. اتفاق بعدی که رخ می‌دهد نه تنها برای آلمان اهمیت دارد، بلکه برای کشورهای دیگری هم که می‌خواهند از انرژی خورشیدی و بادی بیشتر استفاده کنند، مهم است؛ مخصوصاً اگر بخواهند این کار را بدون تکیه بر انرژی هسته‌ای انجام دهند.

اما نیروگاه‌های زغال سنگ در مواقعی که باد و آفتاب کافی در دسترس نیست، برق مورد نیاز را تامین می‌کنند. علاوه بر این، این نیروگاه‌ها سودآور هستند و خاموش کردن آنها از لحاظ سیاسی بسیار سخت است. مطابق قوانین آلمان، اول باید انرژی تجدیدپذیر در شبکه‌ی برق این کشور مصرف شود. برقی که آلمان به همسایه‌های اروپایی‌اش صادر می‌کند عمدتاً توسط نیروگاه‌های زغال سنگ تولید شده است.

یک روش موثر دیگر هم برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای جریمی نقدی است. اگر برای انتشار این گازها جریمه‌های نقدی سنگینی تعیین شود، آلمانی‌ها مجبور می‌شوند سریع‌تر نیروگاه‌های زغال سنگ را خاموش کنند. اما در اتحادیه‌ی اروپا طرحی تجاری مقرر شده که براساس آنها کشورهای این قاره می‌توانند مجوز انتشار گاز گلخانه‌ای را بخرند. متأسفانه قیمت این مجوزها آنقدر کم است که تولیدکنندگان برق هیچ انگیزه‌ای برای خاموش کردن نیروگاه‌های زغال سنگ ندارند.

یک استراتژی موثر دیگر هم می‌تواند شبکه سراسری برق (supergrid) در کل اروپا باشد. به این ترتیب، کشورها می‌توانند به راحتی انرژی تجدیدپذیر را به دیگر کشورها منتقل کنند. «دنیل گنز» (Daniel Genz)، یک مشاور برنامه‌ریزی در شرکتی سوئدی می‌گوید: «اگر می‌خواهیم از انرژی تجدیدپذیر استفاده کنیم، باید شبکه‌ی برق را به کل اروپا گسترش دهیم.» در حال حاضر، تلاش‌هایی برای ساخت این شبکه انجام می‌شود، اما این کار هزینه‌بردار بوده و هزینه‌ی آن چیزی بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلیارد یورو خواهد بود.

بعضی از جنبه‌های این پروژه موفق بوده‌اند. منابع تجدیدپذیر تقریباً یک سوم برق مصرفی آلمان در سال ۲۰۱۵ را تامین کردند. این کشور حالا بزرگ‌ترین بازار انرژی خورشیدی جهان است. میزان انتشار گاز کربن این کشور در سال ۲۰۱۴ حدود ۲۷ درصد کمتر از سال ۱۹۹۰ بود.

هرچند که یکی از کارشناسان وزارت اقتصاد و انرژی این کشور می‌گوید احتمالاً تا سال ۲۰۲۰ نمی‌توانند به هدف ۴۰ درصد برسند. انقلاب انرژی هم به نوبه‌ی خود مشکلاتی ایجاد کرده است. نیروگاه‌های برق را نمی‌توان به راحتی از کار انداخت. به همین دلیل در روزهایی که هوا آفتابی یا بادی است، انرژی برق به حدی در شبکه زیاد می‌شود که قیمت آن منفی می‌شود. به عبارت دیگر، اپراتورهای نیروگاه‌های بزرگ که اکثر آنها هم با زغال سنگ یا گاز طبیعی کار می‌کنند، باید به مشتریان‌شان پول دهند تا برق مصرف کنند. این وضعیت اخیراً در تگزاس و کالیفرنیا هم پیش آمده بود. این اتفاق وقتی رخ داد که انرژی خورشیدی در این ایالت‌ها به ماکسیموم رسید.

پارلمان آلمان هم با هدف حل این مشکلات احتمالاً به زودی یارانه‌ی دولتی برای انرژی تجدیدپذیر را حذف می‌کند. حمایت مالی دولت عامل اصلی رشد و گسترش انرژی بادی و خورشیدی بوده است. اما حالا دولت به جای اینکه به برق تولید شده با انرژی خورشیدی و بادی یارانه دهد، یک سیستم مزایده راه‌اندازی می‌کند. تولیدکنندگان برق در این مزایده شرکت می‌کنند تا پروژه‌هایی برای انرژی تجدیدپذیر را در نظر بگیرند. ظرفیت تولیدی آنها هم نباید از سطحی که دولت تعیین کرده بیشتر باشد. قیمت نهایی برق تولیدی این نیروگاه‌ها را به جای دولت، بازار تعیین می‌کند.

این سیستم مزایده با این هدف طرح‌ریزی شده که انرژی تجدیدپذیر جدید با سرعت کمتری تولید شود و آلمان به جایی نرسد که برق مازاد داشته باشد. شاید به نظرتان آسان‌ترین راه برای حل مشکل انرژی مازاد، خاموش کردن نیروگاه‌های برق باشد، مخصوصاً آنهایی که با زغال سنگ کار می‌کنند.

گردآورنده: مهندس جواد جنت‌خواه

تحلیل تنش و مودال میل‌لنگ تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ به روش اجزاء محدود



دکتر غلامحسین شاهقلی - مهندس حسین ایرانژاد

دانشیار گروه مهندسی بیوسیس‌تم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیس‌تم، گروه مهندسی بیوسیس‌تم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

تراکتورهای کشاورزی به‌عنوان رکن اساسی مکانیزاسیون توان لازم اغلب ادوات کشاورزی را فراهم می‌کنند. به خاطر توان موردنیاز زیاد، اجزاء اصلی موتور تحت بارهای زیادی قرار گرفته و تنش‌های بالایی بر اجزاء آن وارد می‌شود که می‌تواند باعث شکست آن‌ها در مدت زمان نسبتاً کوتاهی گردد. بر این اساس بارهای وارد بر میل‌لنگ تراکتور مسی فرگوسن در دوره‌های متفاوت به روش نیوتونی محاسبه گردید. بیشینه نیروی برآیند وارده بر میل‌لنگ برای سرعت دورانی 1300rpm برابر با 98936/438N و برای سرعت دورانی 2200rpm برابر با 103048/7N به دست آمد. میل‌لنگ در محیط نرم‌افزار Solidworks 2012 طراحی و در نرم‌افزار Abaqus 6.10.1 ضمن تعریف شرایط مرزی و وارد کردن نیروها و گشتاورهای محاسبه شده در دو دور مذکور مورد تجزیه و تحلیل تنش دینامیکی و تحلیل مودال قرار گرفت. نتایج نشان داد که فیلتهای بیشتر از سایر نقاط میل‌لنگ تحت تنش قرار دارند و ماکزیمم تنش به‌دست‌آمده از نرم‌افزار برابر با 154/8Mpa برای سرعت دورانی ۱۳۰۰ و ۲۲۰۰ دور بر دقیقه بود. تنش به‌دست‌آمده کمتر از تنش حد تسلیم بوده و ضریب اطمینان ۴/۵۲ برای میل‌لنگ به دست آمد که نشان می‌دهد میل‌لنگ در ناحیه الاستیک کار می‌کند. داده‌های حاصل از آنالیز مودال و محاسبات صورت گرفته نشان داد که میل‌لنگ با سرعت مطمئنه حرکت می‌کند و به سرعت بحرانی نمی‌رسد.

* واژه‌های کلیدی: تراکتور MF285، تحلیل تنش، تحلیل مودال، موتور، میل‌لنگ

مقدمه

مکانیزه کردن سبب کاهش دشواری کار زراعی، افزایش بهره‌وری، افزایش کیفیت کار زراعی و کاهش زمان عملیات زراعی می‌گردد. تراکتور به‌عنوان مهم‌ترین ماشین کشاورزی، سهم عمده‌ای در مکانیزاسیون به‌عنوان منبع تأمین توان برای عملیات کاشت، داشت و برداشت دارد. لذا برای توسعه مکانیزاسیون باید کمیت و کیفیت فناوری تولید تراکتور را به سطح قابل قبول رساند. استفاده بهینه از تراکتور در گرو میزان توجه به کیفیت و دوام قطعات مصرفی آن می‌باشد. در صورتی که کیفیت قطعات در حد مطلوب نباشد، شکستگی و فرسودگی آن‌ها موجب ایجاد توقف‌های ناخواسته در مزرعه می‌گردد که این امر در عملکرد فنی و بازده اقتصادی ماشین مؤثر است. شناسایی، بررسی و بهینه‌سازی قسمت‌های مختلف که عموماً تحت خطر خوردگی، سایش و شکست هستند، اهمیت بسزائی دارد. به همین علت تحلیل دقیق قطعات موتور برای طراحی‌های جدید یا بهینه‌سازی ضروری است (Ghaseminazhad, 2009).

برای یک موتور چهار سیلندر چهار زمانه فاصله احتراق برابر با ۱۸۰ درجه است. در هر یک دور چرخش میل‌لنگ دو کورس توان وجود دارد. ترتیب احتراق برای میل‌لنگ چهار سیلندر ۱-۳-۴-۲ می‌باشد. شماره‌گذاری از جلوی موتور شروع می‌شود برای جلوگیری از اشتباه، اغلب طرف مقابل چرخ لنگر را جلوی موتور در نظر می‌گیرند و جهت چرخش را در جهت عقربه‌های ساعت می‌گیرند. این تراکتور میزان تولید بسیار بالاتری را در مقایسه با سایر تراکتورها در کشور دارد و قطعات گردنده داخلی موتور تراکتور از لحاظ میزان خرابی در رتبه دوم در بین قطعات مختلف این تراکتور هستند (Mahmodi, 2007). توجه به این موضوع ضرورت تحقیق در مورد اجزای گردنده موتور این تراکتور را آشکار می‌سازد که در این راستا تلاش برای تحلیل نیروی مکانیزم میل‌لنگ از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد.

میل‌لنگ باید مقاومت کافی برای انتقال نیروی روبه پائین و توان ضربه‌ای بدون خمش بیش از حد را داشته باشد. بنابراین قابلیت اطمینان و طول عمر موتور درون‌سوز شدیداً به استقامت میل‌لنگ به‌عنوان راه‌انداز موتور و به نیروی ضربه‌ای میل‌لنگ در یک موقعیت نسبت به موقعیت دیگر بستگی دارد. ارتعاش پیچشی زمانی ظاهر می‌شود که نیروی ضربه‌ای یاتاقان را به قسمت جلویی موتور می‌زند که اگر کنترل نشود می‌تواند موجب شکستن میل‌لنگ شود (Meng, 2011).

موتورهای دیزلی برای ایستادگی در برابر فشارهای بالاتر موجود در داخل اتاقک احتراق، باید مقاوم‌تر از موتورهای بنزینی ساخته شوند. در موتور بنزینی فقط از سه یاتاقان اصلی استفاده می‌شود ولی در دیزل برای کاهش تنش و تغییر شکل در میل‌لنگ، از پنج یاتاقان اصلی استفاده گردیده است. در موتورهای دیزل شاتون‌ها نیز سنگین‌تر و مقاوم‌تر ساخته می‌شوند. معمولاً بلوک سیلندر و سرسیلندر، نیز در موتورهای دیزل مقاوم‌تر و سنگین‌تر از موتور بنزینی با اندازه‌ی مشابه، می‌سازند (Ranjbarkohan, 2008).

به‌منظور دستیابی به نتایج صحیح و روشن در محاسبه تنش میل‌لنگ، لازم است نخست نیروها و سپس بارهای وارده بر آن شناسایی شده تا بر اساس آن‌ها قابلیت تحمل بار (به لحاظ جنس) تعیین شود. شکست در اثر اعمال هر یک از بارهای استاتیکی، متناوب و ضربه‌ای ایجاد می‌گردد. ترک‌های حاصل از شکست اغلب به‌صورت تغییر شکل پلاستیک (برگشت ناپذیر) در قسمتی از قطعه شروع شده و افزایش می‌یابند. این تغییر شکل ممکن است تا حد شکستگی نیز ادامه یابد (Khanali, 2006).

زمانی که بسامدهای طبیعی میل‌لنگ با بسامد نوسانی نیروی محرک و یا یکی از هارمونیک‌های آن برابر و یا حتی به آن نزدیک باشد، پدیده تشدید در مجموعه روی می‌دهد که خود می‌تواند باعث شکست میل‌لنگ شود. لذا انجام یک تحقیق در خصوص اینکه آیا در وضعیت موجود میل‌لنگ مقاومت لازم را دارد یا نه، دارای اهمیت زیادی می‌باشد. در این ارتباط می‌توان با تغییر در ابعاد قسمتی از میل‌لنگ که تمرکز تنش بالایی دارد (مانند فیلت‌ها) برای پائین آوردن احتمال شکست آن را بهینه‌سازی کرد. این تحقیق می‌تواند پاسخ بخشی از جامعه صنعت را بدهد، بنابراین، تجزیه و تحلیل تنش و تعیین بسامدهای طبیعی میل‌لنگ موتور بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

میل‌لنگ در اتصال با دسته پیستون‌ها برای تبدیل حرکت رفت و برگشتی پیستون‌ها به حرکت چرخشی عمل می‌کند. میل‌لنگ‌ها به صورت یک قطعه فولاد آلیاژی آهن‌گری یا ریخته‌گری شده که تحت عملیات حرارتی قرار می‌گیرد، فلایویل (چرخ لنگر) به یک انتهای میل‌لنگ متصل شده است تا ضربه‌های توان پیستون‌ها را یکنواخت کند. فلایویل در زمانی که پیستون‌ها در کورس توان هستند سرعت می‌گیرد و انرژی ذخیره می‌کند، از سرعت و انرژی فلایویل وقتی که پیستون در کورس‌های دیگر است کاسته می‌شود. لنگ‌های میل‌لنگ به دلیل شرایط کارکرد و نیروهای اعمالی بر آن، یکی از عوامل ایجاد ارتعاش در موتور محسوب می‌شود. پیچیدگی نیروهای اعمالی، بررسی ارتعاش میل‌لنگ را جزء مسائل پیچیده ارتعاش قرار داده است. علاوه بر شرایط پیچیده کارکرد از نیروهای اعمالی و نوع تکیه‌گاه‌ها، ساختار میل‌لنگ نیز خود باعث پیچیده شدن کارکرد ارتعاشی میل‌لنگ گردیده است، طی کارکرد موتور در اثر فرآیند احتراق، فشار به‌صورت دوره‌ای ایجاد می‌شود که باعث ایجاد تنش‌های مکانیکی در میل‌لنگ می‌شود. میل‌لنگ همواره در معرض اعمال بارهای متنوع، بزرگ، آنی و متغیر است و همین موضوع، طراحی، مدل‌سازی و افزایش طول عمر آن را با مشکلات زیادی روبرو ساخته است. علاوه بر همه عوامل ذکر شده تغییرات وضعیت خودرو نیز سبب اعمال بارهای مختلف به میل‌لنگ می‌شود که پیش‌بینی آن‌ها بسیار مشکل است. ابتدایی‌ترین این تغییر وضعیت‌ها، تغییر سرعت چرخش میل‌لنگ یا اصطلاحاً دور موتور می‌باشد. تغییرات دیگری نظیر نیروهای اعمال شده در آغاز حرکت یا موقع توقف، حرکت خودرو در شیب، تغییر وضعیت احتراق و نیروهای ناشی از آن با گذشت زمان و فرسوده شدن اجزاء موتور از جمله عوامل هستند که باعث ایجاد بارهای مختلف و متغیر بر روی میل‌لنگ می‌شوند. یکی از بارهایی که میل‌لنگ همواره در حال انتقال آن است گشتاور پیچشی می‌باشد که این گشتاور باعث به وجود آمدن تنش پیچشی و تنش برشی در یاتاقان‌های متحرک و یاتاقان‌های ثابت آن می‌شود (Moradi, 2006). بازوهای لنگ میل‌لنگ نیز ناگزیر از تحمل این نیرو هستند و بحرانی‌ترین نقاط از نظر میزان تنش مربوط به محل اتصال همین قسمت از میل‌لنگ با یاتاقان متحرک می‌باشد. علاوه بر گشتاور پیچشی لازم برای تحریک موتور، ارتعاشات ناشی از اعمال بارها نیز باعث به وجود آمدن پیچش و در نتیجه تنش‌های برشی در قطعات مختلف میل‌لنگ می‌شود. اندازه تنش‌های پیچشی بزرگ‌ترین مقدار را در مقایسه با سایر عوامل تنش‌زا حتی نظیر ارتعاشات عرضی، به خود اختصاص می‌دهند (Troy Feese and Hil, 2002).

با توجه به پیچیده بودن نیروها و گشتاورهای وارده بر میل لنگ محققین به بررسی ارتعاشات پیچشی میل لنگ دو نوع خودرو پژو GLX و رنو ۲۱ با سه روش تحلیلی، عددی و تجربی پرداختند (Seie-dalian and Mahboob, 2012). برای انجام تحلیل مودال عددی از نرم افزار انسیس استفاده شد. برای تعیین شکل مود بسامدهای پیچشی، آزمایش مودال با استفاده از ۱۲ دستگاه شتابسنج که در نقاط مختلف میل لنگ نصب گردید و مختصات آن نقاط در حالت آزاد میل لنگ تعیین شد. در هر مرحله آزمایش با ضربه چکش به میل لنگ داده‌های شتاب سنج ثبت و در نرم افزار ایکتس مقدار جابجایی هر نقطه به نقطه دیگر مشخص شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که بسامد طبیعی اولیه پیچشی را برای میل لنگ پژو 905/9Hz و برای رنو ۲۱ 530Hz می‌باشد. مقایسه نتایج تحلیل تئوری و عددی با نتایج بدست آمده از روش تجربی نشان داد که در هر دو خودرو خطای روش تحلیلی از روش عددی کمتر است. در تحلیل تئوری با ۱۷ درجه آزادی درصد خطا ۳۶/۰ و ۱ درصد برای پژو و رنو ۲۱ بود و این مقادیر برای تحلیل عددی به ترتیب ۷۶/۰ و ۷۷/۴ درصد بودند. محققین تنش در میل لنگ را در دو مرحله شبه استاتیک و دینامیکی با استفاده از روش اجزاء محدود در نرم افزار انسیس مورد تحلیل قرار دادند و مقدار و محل بیشترین تنش و تغییر شکل در میل لنگ را یافتند.

تحلیل تنش میل لنگ موتور چهار سیلندر خطی بنزینی 24Z با استفاده از نرم افزار MSC/Nastran انجام گرفت (Ranjbar kohan, 2008). نتایج نشان داد که بیشترین تنش ایجاد شده در سرعت‌های بالای دنده معکوس و در فیلت یاتاقان متحرک چهارم بود. پس از تحلیل تنش در بحرانی‌ترین حالت‌های ایجاد تنش تعداد سیکل‌های خستگی میل لنگ معلوم شد. در نهایت برای بررسی پدیده تشدید در میل لنگ با تحلیل ارتعاشات آزاد میل لنگ در نرم افزار اجزاء محدود، بسامدهای طبیعی میل لنگ در مودهای مختلف استخراج شد. با استفاده از بسامدهای طبیعی سرعت‌های بحرانی میل لنگ محاسبه شد و از مقایسه آن با سرعت کاری میل لنگ معلوم شد میل لنگ به حالت تشدید نمی‌رسد. در تحقیقی توسط محققین بسامدهای طبیعی ارتعاشات پیچشی میل لنگ برای موتور پیکان (cc1600) تعیین شد. آن‌ها در کار خود پس از محاسبه ممان‌های اینرسی و طول مربوط به هر یک، از مدل‌های بیست جرمی و دو جرمی برای نمایش الگوی ارتعاشی میل لنگ استفاده کرده و بسامدهای طبیعی میل لنگ را برای هر مدل محاسبه کردند. سپس بر اساس بسامدهای طبیعی بدست آمده شکل مودهای ارتعاشی را بدست آورده و بوسیله آن‌ها به برآورد میزان پیچش و در نتیجه تنش برشی پرداختند (Hekmatnezhad and Maleki, 1995).

در مورد مودهای کوپلی که شامل کوپل ارتعاشات پیچشی و خمشی و کوپل ارتعاشات طولی و خمشی در میل لنگ‌هایی که آزادانه معلق هستند، مطالعه ای صورت گرفته است. محققین المان‌های صلب و تیر را برای مدل‌های اجزاء محدود به کار برده و بسامدهای طبیعی مودها برای دو میل لنگ موتور چهار سیلندر و شش سیلندر با روش اجزاء محدود تعیین نمودند و با نتایج بدست آمده از روش تجربی مورد مقایسه قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که در آنالیز مودال میل لنگ، المان صلب مناسب تر از المان تیر است (Kang et al., 1997).

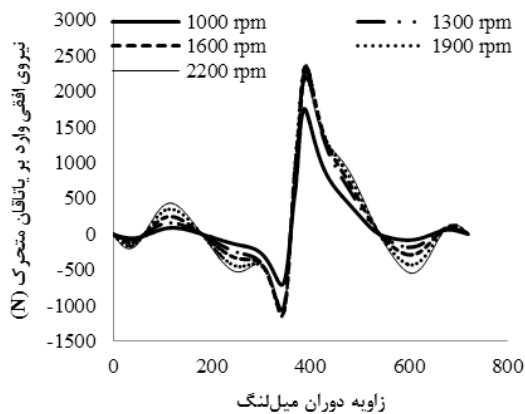
تمام آزمایش‌های لازم جهت تعیین مقاومت و طول عمر میل لنگ تراکتور MF285 از قبیل تنش تسلیم و استحکام کشش نهایی توسط کارخانه طراح و سازنده میل لنگ که پرکینز انگلستان می‌باشد انجام گرفته است (PMS, 1997). کمینه تنش تسلیم و استحکام کششی به ترتیب 700 و 800MPa تعیین گردید. در نهایت بر اساس جنس میل لنگ و نتایج آزمایشات ضریب اطمینان بیشتر از ۴ برای کار مطمئن میل لنگ ارائه شده است.

در این تحقیق تحلیل تنش و تحلیل ارتعاشات آزاد میل لنگ با استفاده از روش اجزاء محدود و نرم افزار اجزاء محدود Abaqus انجام گرفت. در این ارتباط از رایانه معمولاً در حل معادلات دیفرانسیلی که در مهندسی با آن سروکار دارند، استفاده می‌شود. دو روش بسیار معمولی که در حل این مسائل به کار می‌رود، عبارت است از روش تفاضل محدود و روش اجزاء محدود؛ در هر دو روش، مجموعه‌ای از معادلات جبری جایگزین معادلات دیفرانسیل اصلی می‌شود (Akin, 1998). در مقایسه دو روش مذکور، روش اجزاء محدود راه جدیدتری است و در حال حاضر به‌خوبی پایه‌گذاری شده است. با وجود چنین پیش زمینه‌ای این تحقیق قصد دارد موارد زیر را بررسی نماید.

۱- بارگذاری میل لنگ با نیروهای وارد بر یاتاقان‌های متحرک از طرف دسته‌پیستون و گشتاور مقاوم در انتهای میل لنگ در حالت تمام بار (حالتی که خودرو از حداکثر توان یا گشتاور موتور استفاده می‌کند) و انجام تحلیل تنش تا توزیع تنش در میل لنگ مشخص شود.

۲- آنالیز مودال روی میل لنگ صورت گیرد تا مشخص شود آیا میل لنگ با سرعت مطمئنه حرکت می‌کند و به‌سرعت بحرانی نمی‌رسد و همچنین بسامد حاصل از نیروی وارده بر میل لنگ با یکی از بسامدهای طبیعی میل لنگ برابر می‌شود و حالت رزونانس به وجود می‌آید یا نه.

مواد و روش‌ها



شکل ۱- نمودار تغییرات نیروی افقی وارد بر یاتاقان متحرک

تعیین نیروهای وارد بر یاتاقان‌های متحرک

برای محاسبه نیروها و گشتاور روی میل‌لنگ از روش حل معادلات نیوتونی و رابطه به‌دست‌آمده (رابطه ۱) استفاده شد. (Shahgholi

and Irannezhad, 2014

$$T = N_x r \sin \theta + N_y \cos \theta \quad (1)$$

که در آن

N_x = نیروی عمودی وارد بر چشم بزرگ پیستون (N)

N_y = نیروی افقی وارد بر چشم بزرگ پیستون (N)

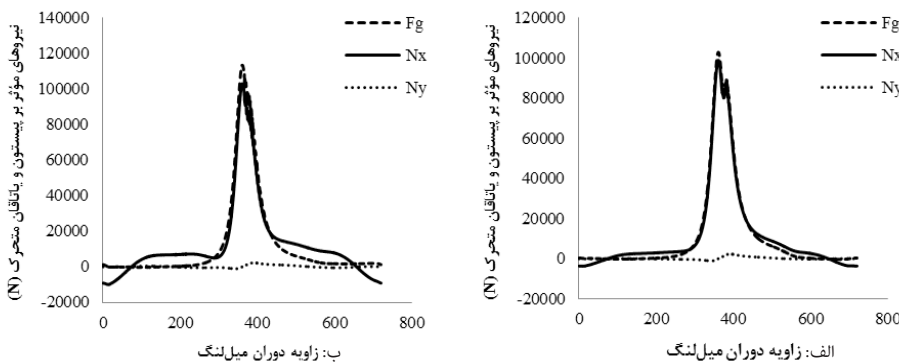
θ = زاویه دوران (درجه)

r = شعاع دوران (m)

T = گشتاور روی میل‌لنگ (N.m)

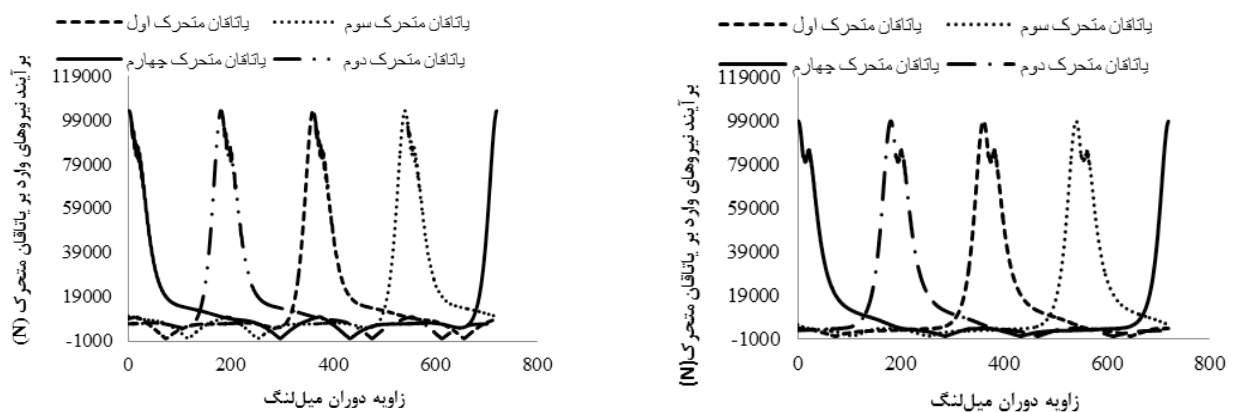
نیروی افقی وارد بر یاتاقان متحرک که از حل روابط نیوتنی به دست آمد برای سیلندر شماره یک، در یک سیکل کامل دوران و برای سرعت‌های دورانی ۱۰۰۰، ۱۳۰۰، ۱۶۰۰، ۱۹۰۰ و ۲۲۰۰ دور بر دقیقه در شکل (۱) نشان داده شده است (Shahgholi and Irannezhad, 2014).

در شکل (۲) کل نیروهای مؤثر وارد شده (نیروی حاصل از فشار گاز، نیروی عمودی و نیروی افقی) بر پیستون و یاتاقان متحرک سیلندر یک، به ترتیب در دو سرعت دورانی ۱۳۰۰ دور بر دقیقه و ۲۲۰۰ دور بر دقیقه نشان داده شده است (Shahgholi and Irannezhad, 2014).

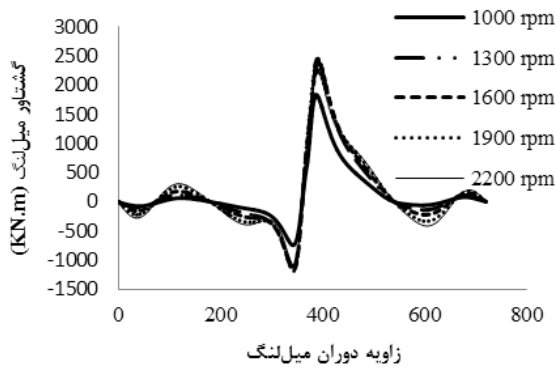


شکل ۲- نیروهای مؤثر بر پیستون و یاتاقان متحرک سیلندر یک در سرعت دورانی ۱۳۰۰ rpm (الف) و ۲۲۰۰ rpm (ب)

شکل (۳) هم برآیند کل نیروهای وارد شده بر کل یاتاقان‌های متحرک نشان داده شده است که باهم دیگر به اندازه ۱۸۰ درجه اختلاف فاز دارند.



شکل ۳- برآیند نیروهای وارد شده بر یاتاقان‌های متحرک در سرعت دورانی ۱۳۰۰ و ۲۲۰۰ دور بر دقیقه



شکل ۴- گشتاور میل‌لنگ حاصل از سرعت دورانی برحسب زاویه دوران میل‌لنگ

گشتاور خروجی میل‌لنگ هم با توجه به رابطه برای سرعت‌های دورانی ۱۰۰۰، ۱۳۰۰، ۱۶۰۰، ۱۹۰۰ و ۲۲۰۰ دور بر دقیقه محاسبه گردیده است و در شکل (۴) برای سرعت‌های ذکرشده تغییرات گشتاور خروجی نشان داده شده است.

با توجه به اینکه در میل‌لنگ علاوه بر نیروی حاصل از احتراق که عامل اصلی چرخش می‌باشد نیروهای حاصل از اینرسی نیز وارد می‌گردد، بنابراین باید طبق محاسباتی که انجام گردید اقدام به محاسبه نیروی عمودی و افقی و در نهایت برآیند نیروهای وارد بر یاتاقان‌های متحرک گردد که در این

تحقیق ماکزیمم نیروی برآیند برای سرعت دورانی ۱۳۰۰ دور بر دقیقه برابر با 98936/438N و برای سرعت دورانی ۲۲۰۰ دور بر دقیقه برابر با 103048/7N به دست آمد (Shahgholi and Irannezhad, 2014).

تحلیل تنش به روش اجزاء محدود

ابتدا مدل سه بعدی میل‌لنگ در محیط نرم‌افزار Solidworks 2012 طراحی گردید و سپس برای المان‌بندی و تحلیل به نرم‌افزار Abaqus 6.10.1 انتقال داده شد.

تعریف جنس میل‌لنگ

میل‌لنگ موردنظر به روش ریخته‌گری و از جنس فولاد کربن‌دار ساخته می‌شود. جدول (۱) مشخصات مکانیکی فولاد بکار رفته برای ساخت میل‌لنگ را نشان می‌دهد (PMS, 1997). این مشخصات در بخش‌های general و mechanical که از زیرمجموعه‌های مربوط به تعیین جنس مواد در نرم‌افزار می‌باشند، وارد گردید و در تمامی سطوح میل‌لنگ به‌طور همگن اختصاص داده شد.

جدول ۱- خصوصیات مکانیکی فولاد بکار رفته برای ساخت میل‌لنگ

واحد	مقدار	پارامتر
-	کمینه ۱۳٪	درصد کشیدگی
MPa	کمینه ۷۰۰	تنش تسلیم
MPa	۸۵۰-۱۰۰۰	استحکام کششی
-	۴۵٪	کاهش سطح مقطع
(Hb)	۲۴۸ - ۳۰۲	سختی
-	۰/۳۳	ضریب پواسون (ν)
Kg/m ³	۷۸۰۰	جرم حجمی (ρ)
MPa	۲۰۰×۱۰ ^۳	مدول الاستیسیته (E)

تعیین شرایط مرزی و بارگذاری

برای انجام تحلیل باید شرایط مرزی و تکیه‌گاهی به مدل اضافه شود. لذا در ابتدا لازم است مقدار و نقاط اعمال نیروهای اعمالی بر محور یاتاقان‌های ثابت و متحرک تعیین شود. لازم به ذکر است که مقدار و نحوه اعمال شرایط مرزی بر روی مدل اجزاء محدود از اهمیت زیادی برخوردار است. می‌توان گفت آنچه مدل اجزاء محدود را تا حدی به واقعیت نزدیک‌تر باشد، نتایج به مقدار واقعی و عملی نزدیک‌تر خواهد بود.

شرایط مرزی در مدل بازوی میل‌لنگ شامل شرایط مرزی بار و شرایط مرزی محدود کننده است. شرایط مرزی مکانیکی اساساً شامل سنگینی، نیروی گریز از مرکز، نیروی سطح گردن یاتاقان، گشتاور خمشی، گشتاور پیچشی و غیره است. نیروهای محرک اعمالی بر میل‌لنگ از مجموع نیروهای حاصل از فشار گاز داخل سیلندر و نیروهای اینرسی قسمت‌های رفت و برگشتی حاصل می‌شود. به‌منظور محاسبه نیروهای محرک اعمالی از نتایج تحلیل دینامیکی صورت گرفته استفاده گردید (Shahgholi and Irannezhad, 2014). علاوه بر استخراج این نیروها باید نواحی اعمال آن‌ها نیز مشخص شود. سنگینی، نیروی گریز از مرکز گشتاور خمشی مختلف و گشتاور پیچشی با نیروی توزیع شده می‌تواند به مدل اعمال شوند، نرم‌افزار المان محدود اثر سنگینی و نیروی گریز از مرکز را بر اساس شتاب جاذبه داده شده، سرعت زاویه‌ای، چگالی و ابعاد فیزیکی محاسبه می‌کند.

بنابراین بار اعمال شده بر سطح گردن یاتاقان فاکتور بحرانی شرایط مرزی بار است. بار اعمال شده به سطح یاتاقان به عنوان بار توزیع شده فرض می‌شود. بار توزیع شده در طول محور یاتاقان (رابطه ۲) یک توزیع سهمی درجه دوم است و در امتداد بازو در ۱۲۰ درجه توزیع کسینوسی است (Meng, 2011).

$$Q(x, \theta) = \frac{9F_c}{16LR} \left(1 - \frac{x^2}{L^2}\right) \times \cos \frac{3}{2}\theta \quad (2)$$

که در آن

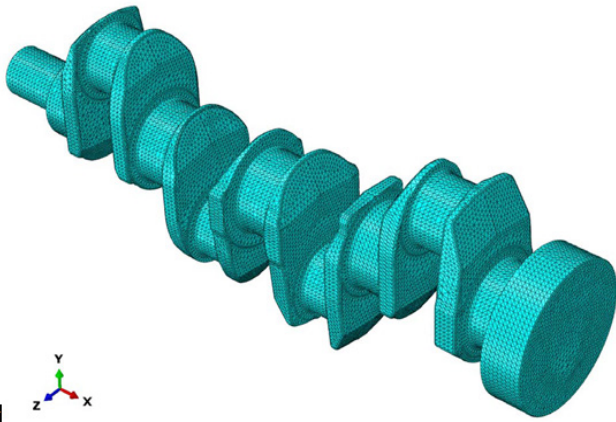
F_c = کل بار اعمال شده بر روی سطح گردن یاتاقان

R = شعاع یاتاقان

L = طول محور یاتاقان

x = طول بار اعمال شده بر یاتاقان

$Q(x, \theta)$ = بار توزیع شده در طول محور یاتاقان در ۱۲۰ درجه



شکل ۵- اعمال شرایط مرزی و بارگذاری میل‌لنگ در محیط نرم‌افزار

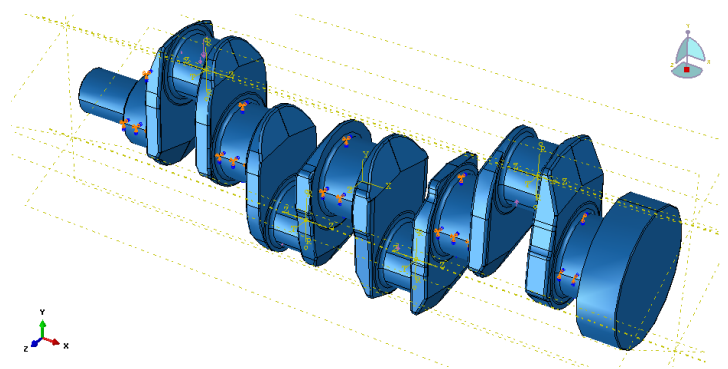
نظر به اینکه بار توزیع شده در طول محور یاتاقان از دو متغیر تشکیل می‌شود، ابتدا برای هر کپه محور مختصاتی تعریف گردید. سپس برای اعمال دقیق نیرو، میل‌لنگ مورد نظر توسط سه صفحه پارتیشن‌بندی سطحی گردید، بطوریکه صفحه‌ی اصلی در امتداد طولی میل‌لنگ و دو صفحه‌ی دیگر در زاویه‌ی ۶۰ درجه از صفحه‌ی اصلی قرار گرفت (شکل ۵). البته با توجه به اینکه دو کپه اصلی در بالا و دو کپه اصلی در پایین قرار می‌گیرند نیاز است دو صفحه‌ی دیگر هم که زاویه‌ی ۶۰ درجه با صفحه‌ی اصلی دارند برای قسمت پائین میل‌لنگ تعریف گردد. با این کار نیرویی که به کپه‌ها وارد می‌شود، شامل دو متغیر زاویه‌ای و طول یاتاقان خواهد بود و تنها کافی است نیروی تعریف شده به کپه‌ها وارد گردد و دیگر نیازی به تعریف میزان جابجایی زاویه‌ای و شعاعی نیست چراکه با پارتیشن‌بندی ناحیه مورد نظر محدود شده و نرم‌افزار به‌طور خودکار مقدار اندازه‌ها را اعمال می‌کند.

مش بندی و تحلیل نهایی

تعداد، نوع المان‌ها و تعداد گره‌ها متناسب با شرایط مسئله و هندسه شکل طوری انتخاب می‌شوند که مسئله در کوتاه‌ترین زمان حل شده و تنش در نقاطی با هندسه پیچیده‌تر و با تمرکز تنش با المان‌های کوچک‌تر محاسبه شود.

به همین جهت با استفاده از المان هرمی شکل ۱۰ گره‌ای (C3D10: A 10-node quadratic tetrahedron)، مش بندی مدل انجام گردید. شکل (۶) مدل سه‌بعدی مش بندی شده مجموعه میل‌لنگ را نشان می‌دهد که در آن تعداد المان‌ها برابر با ۱۷۹۷۵۹ و تعداد گره‌ها برابر با ۲۹۴۰۶۱ می‌باشند.

پس از مشخص کردن نوع تحلیل، وارد محیط job شده و مسئله حل گردید، در نهایت کد تحلیل توسعه داده شده در مسیر Abaqus Com- mand به صورت Abaqus Standard فراخوانی شد و پس از تکمیل شدن تحلیل، نتایج به صورت دو فایل *.odb و *.fil استخراج گردید. نحوه تشکیل نتایج خروجی در هر Step با مشخص کردن بسامد در کد تحلیل نرم‌افزار Abaqus مشخص می‌شود. با پایان یافتن تحلیل می‌توان نتایج را در محیط بعدی یعنی visualization مشاهده کرد و همچنین کانتورهای تنش در هر نمونه را می‌توان دریافت کرد.



شکل ۶- میل‌لنگ مش‌بندی شده در محیط نرم‌افزار

تحلیل مودال به روش اجزای محدود

برای انجام تحلیل مودال نیز لازم است که ابتدا مدل اجزای محدود میل‌لنگ ایجاد شود. خواص مواد در تحلیل مودال نیز همانند تحلیل تنش می‌باشد. اندازه و هندسه شکل یکی از پارامترهای تأثیرگذار بر بسامدهای طبیعی و شکل مود در آنالیز مودال می‌باشد، پس لازم است که کل هندسه مجموعه میل‌لنگ تحلیل گردد. پس از تعریف شرایط مرزی، حل مودال میل‌لنگ با تعیین تعداد بسامدهای طبیعی با توسعه کد نرم‌افزاری Abaqus انجام می‌گیرد. در قسمت پس پردازش، بسامدهای طبیعی اول سازه قابل مشاهده می‌باشد. در این قسمت مودهای متناظر با مقادیر بسامدهای طبیعی سیستم مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از تکمیل شدن تحلیل، می‌توان در محیط CAE نرم‌افزار نتایج خروجی را به صورت کانتورهای رنگی، بردار، نمودار و یا فایل‌های متنی مشاهده کرد.

در این تحقیق برای آنالیز مودال از روش Lanczos که گزینه پیش فرض نرم‌افزار نیز می‌باشد، استفاده گردید که در اکثر مسائل به خصوص مسائل پیچیده (دارای تعداد درجات آزادی زیاد) مناسب می‌باشد. ضمن اینکه به خوبی می‌تواند مودهایی که رفتار سیستم در آن‌ها مشابه جسم صلب است را مدل نماید. اساساً در هر جهتی که سیستم مقید نشده باشد، بسامدهای طبیعی با مقدار صفر (که حرکت مشابه جسم صلب در سیستم ایجاد می‌کنند) و نیز بسامدهای طبیعی بالا رخ خواهد داد.

برای تحلیل مودال میل‌لنگ کد مربوطه (inp file) توسعه داده شد که قسمتی از کد، مربوط به تعیین مرحله تحلیل است. در واقع تحلیل مودال نوعی تحلیل دینامیک تحت ارتعاش آزاد است که در این تحلیل دوازده مود اول مورد بررسی قرار گرفت. مهم‌ترین نکاتی که در آنالیز مودال بسیار تأثیرگذار است تعیین درست خواص مواد (بخصوص چگالی) و اندازه المان‌ها می‌باشد. به همین منظور شناسایی المان‌های خراب یکی از مهم‌ترین مراحل تحلیل می‌باشد. در صورتی که المان‌بندی به درستی انجام پذیرفته باشد و گره‌های آزاد وجود نداشته باشد باید بسامد ۶ مود اول صفر شوند که ۳ مود از آن مربوط به حرکت صلب در ۳ جهت اصلی مختصات و ۳ مود مربوط به دوران حول این ۳ محور است. مودهای ششم به بعد مربوط به تغییر شکل‌ها و خمش و پیچش و یا ترکیب از آن‌ها می‌باشد که در قسمت نتایج ارائه شده است.

تعیین سرعت بحرانی میل‌لنگ

در صورتی که بسامدهای طبیعی میل‌لنگ با بسامد نوسانی نیروی محرک و یا یکی از هارمونیک‌های آن برابر و یا حتی به آن نزدیک باشد، پدیده تشدید در مجموعه روی می‌دهد. لذا کار کردن موتور در سرعتی که این پدیده روی می‌دهد بسیار خطرناک است و به آن سرعت بحرانی موتور گفته می‌شود. به منظور استخراج سرعت بحرانی میل‌لنگ از رابطه زیر استفاده کرد (Hariss and Piersol, 2002).

$$\omega_{\text{Critical}} = \frac{60f_n}{q} \quad (3)$$

که در آن

f_n = بسامد طبیعی میل‌لنگ (Hz)

q = مرتبه سرعت دورانی (1, 1/5, 2, ...) (0/5)

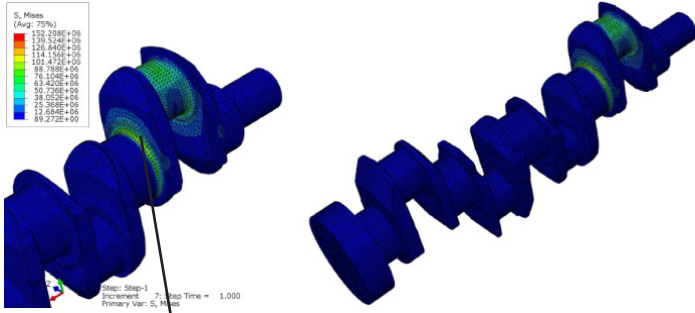
ω_{critical} = سرعت بحرانی موتور (rpm)

نتایج و بحث

تنش میل‌لنگ در سرعت دورانی ۱۳۰۰ دور بر دقیقه

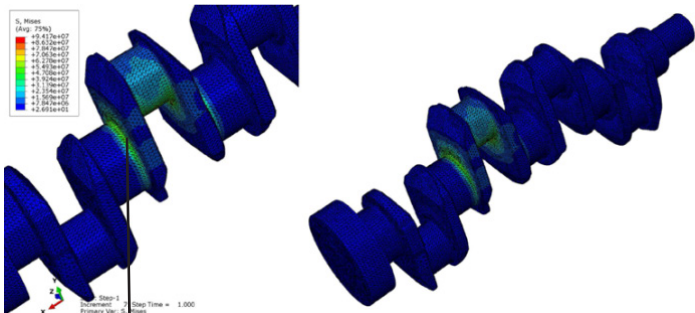
بیشترین نیرویی که به میل‌لنگ وارد می‌شود ۱ درجه بعد از نقطه مرگ بالا قرار دارد و در اثر همین نیرو بیشترین نیرویی که به یاتاقان‌های متحرک وارد می‌شود هم ۱ درجه بعد از نقطه احتراق یا نقطه مرگ بالا می‌باشد. علاوه بر نیروی گاز، نیروهای دیگری نیز به یاتاقان‌های متحرک دیگر وارد می‌شود که در زمان اعمال شرایط مرزی این نیروها نیز وارد می‌شود. چون یک سیکل کاری موتور ۷۲۰ درجه می‌باشد بعد از آنکه پیستون شماره یک محترق شد ۱۸۰ درجه بعد از آن پیستون شماره سه محترق شده و پیستون‌های بعدی به فاصله ۱۸۰ درجه از پیستون قبلی فرآیند احتراق را طی می‌کنند. منظور از زاویه ۰ و ۳۶۰ جایی است که پیستون شماره یک در نقطه مرگ بالا قرار دارد. در شکل (۷) تنش‌های حاصل از نیروی‌های وارد شده بر میل‌لنگ به ترتیب احتراق نشان داده شده است، شکل (۷) ابتدا تنش حاصل از احتراق در سیلندر اول را نشان می‌دهد و با توجه به ترتیب احتراق، سیلندر سوم محترق می‌شود یعنی میل‌لنگ به اندازه ۱۸۱ درجه چرخیده است و به ترتیب سیلندرهای چهارم و دوم محترق می‌شوند که به ترتیب (۱+۳۶۰) و (۱+۵۴۰) درجه از احتراق سیلندر اول فاصله زمانی دارند یعنی میل‌لنگ در زمان احتراق سیلندر چهارم ۳۶۱ درجه و در زمان احتراق سیلندر دوم ۵۴۱ درجه چرخیده است.

در سرعت دورانی ۲۲۰۰ دور بر دقیقه هم همزمان با وارد شدن نیروی حاصل از فشار گاز احتراق به یاتاقان متحرک مربوط به سیلندر در مرحله احتراق به یاتاقان‌های متحرک دیگر نیز نیروهایی وارد می‌گردد. در شکل (۸) توزیع تنش وان میسر حاصل از احتراق بر روی میل‌لنگ به نمایش گذاشته شده است.



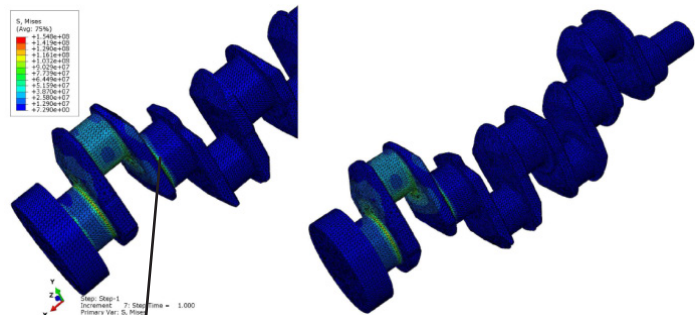
MAX = 152.208

لنگ ۱



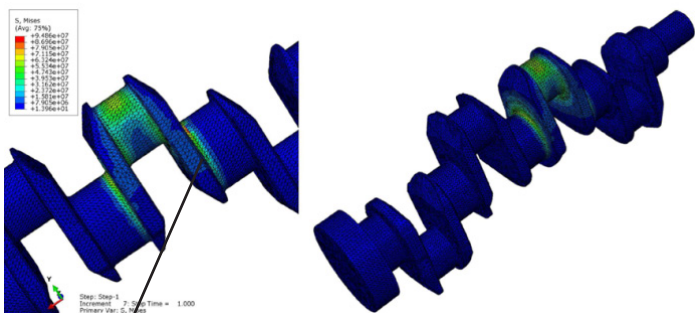
MAX = 94.12

لنگ ۳



MAX = 154.8

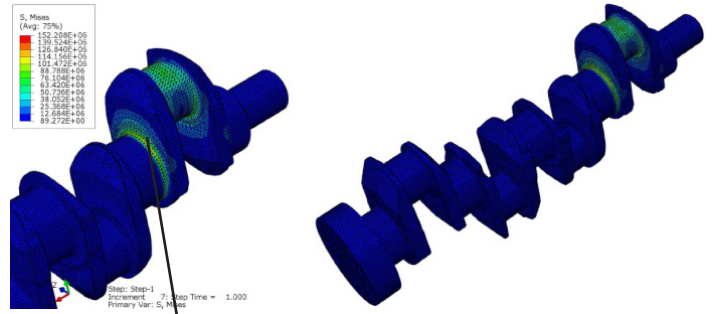
لنگ ۴



MAX = 94.86

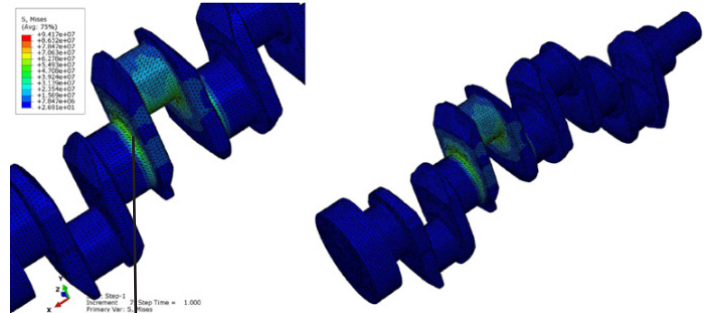
لنگ ۲

شکل ۸- توزیع تنش وان میسر در سرعت دورانی ۲۲۰۰ دور بر دقیقه ۱ درجه بعد از احتراق سیلندر ۱، ۲، ۳ و ۴ برحسب مگا پاسکال



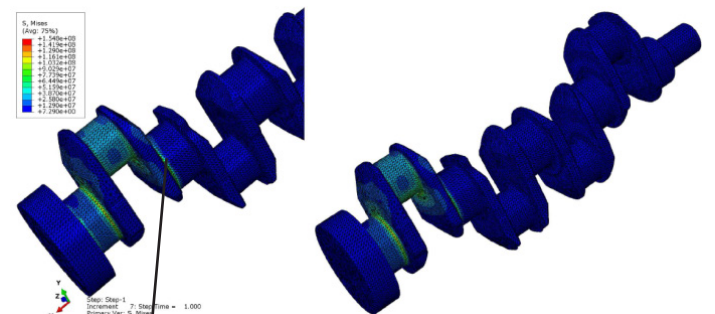
MAX = 152.208

لنگ ۱



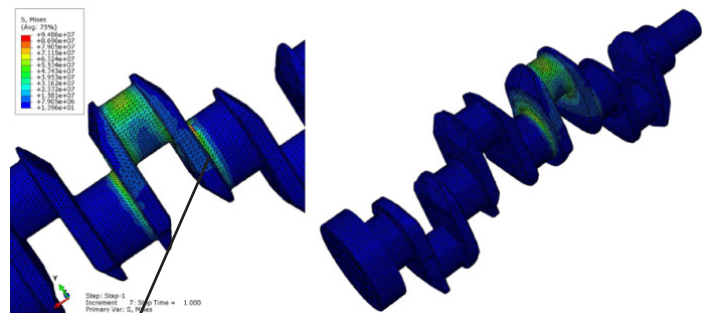
MAX = 94.12

لنگ ۳



MAX = 154.8

لنگ ۴



MAX = 94.86

لنگ ۲

شکل ۷- توزیع تنش وان میسر در سرعت دورانی ۱۳۰۰ دور بر دقیقه ۱ درجه بعد از احتراق سیلندر ۱، ۲، ۳ و ۴ برحسب مگا پاسکال

تنش میل‌لنگ در سرعت دورانی ۲۲۰۰ دور بر دقیقه

سرعت دورانی ۲۲۰۰ دور بر دقیقه نیز طبق شکل (۸) بیشینه نیروی حاصل از فشار گاز در ۱ درجه بعد از احتراق به وجود می‌آید که این نیروی بیشینه به یاتاقان متحرک وارد می‌گردد.

۰	۶
۲۲۵/۳۹	۷
۳۵۶/۵۷	۸
۵۵۱/۱	۹
۶۶۸/۶۶	۱۰
۷۷۳/۷۸	۱۱
۱۰۲۸/۶	۱۲
۱۰۸۴/۸	۱۳
۱۵۵۷/۵	۱۴
۱۶۷۱/۳	۱۵

با استفاده از رابطه (۳) سرعت بحرانی میل‌لنگ برای بسامدهای طبیعی همه مودهای مورد مطالعه محاسبه گردید. در جدول (۳) مقدار بسامدهای طبیعی و سرعت بحرانی مجموعه میل‌لنگ در حالت آزاد برای هر شکل مود نشان داده شده است. در ستون دوم نوع مود شان داده شده است. در ستون سوم بسامدهای طبیعی میل‌لنگ و در ستون‌های بعدی سرعت‌های بحرانی میل‌لنگ برای بسامدهای مختلف که برای مرتبه‌های (q) برابر با ۱/۲، ۱، ۳/۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است. در این تحقیق ۱۲ مود اول میل‌لنگ مورد بررسی قرار گرفته است. در تحقیقی مرتبه سرعت دورانی هارمونیک‌های اصلی ناشی گشتاور که نصف سرعت میل‌لنگ در موتور چهار زمانه می باشد برای موتورهای مختلف ذکر گردیده است. برای موتور ۳ سیلندر عدد مرتبه هارمونیک بحرانی برابر ۶، ۵/۴، ۵/۳ و ۵/۱ و موتور چهارسیلندر ۸، ۴، ۶ و برای موتور شش سیلندر ۱۲، ۹، ۶ و ۳ می باشد (Ramdasi & Marathe, 2004). مرتبه سرعت بحرانی از تقسیم عدد مرتبه هارمونیک بر دو بدست می آید. مرتبه های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ ناشی از هارمونیک های اصلی می باشند. ۵/۰، ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ ناشی از هارمونیک های فرعی گفته می شوند. بنابراین برای یک موتور چهار سیلندر مرتبه سرعت بحرانی برابر ۵/۰، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳، ۳/۵ و ۴ می باشد (Nertorides, 1958).

نتیجه گیری

نتایج عددی با استفاده از نرم افزار با نتایج آزمایشی که توسط شرکت پرسیز قبلانجا گرفته بود و در شرکت تراکتورسازی ایران موجود بود موافقت خوبی داشت و نشان داد که فیلتهای بیشتر از سایر نقاط میل‌لنگ تحت تنش قرار دارند و بیشینه تنش به دست آمده از نرم افزار برابر با 154/8Mpa برای سرعت دورانی

در سرعت دورانی ۲۲۰۰ دور بر دقیقه همانطور که شکل (۸) نشان می‌دهند همانند سرعت دورانی ۱۳۰۰ دور بر دقیقه بیشینه تنش در نقاط فیلت رخ می‌دهد که باز برای بهبود مقاومت میل‌لنگ در برابر شکست بهتر است بیشتر نقاط فیلت مدنظر قرار گیرد.

همانطور که شکل (۷) نشان می‌دهند بیشینه تنش فون میز در فیلتهای یاتاقان‌های ثابت دوم و چهارم صورت می‌پذیرد و بیشینه تنش 152/2 و 154/8Map در فیلتهای مذکور ایجاد شد و با توجه به اینکه تنش تسلیم میل‌لنگ 700Mpa می‌باشد پس حداقل ضریب اطمینان ۴/۵۲ برای میل‌لنگ در این نقاط به دست آمد که نشان دهنده ایمن بودن عملکرد آن در شرایط مذکور می‌باشد. در فیلتهای سایر یاتاقان‌های ثابت و متحرک نیز تنش زیادی به وجود می‌آید که نشان دهنده حائز اهمیت بودن فیلتهای یاتاقان‌ها می‌باشد و احتمال شکست میل‌لنگ از این نقاط نسبت به سایر نقاط بیشتر است و در طراحی میل‌لنگ باید به قسمت فیلتهای توجه بیشتری شود که با بهبود دادن طراحی فیلتهای مقاومت میل‌لنگ در برابر شکست نیز افزایش پیدا می‌کند.

نتایج تحلیل مودال میل‌لنگ

نتایج تحلیل مودال میل‌لنگ در حالت آزاد در جدول (۲) که برگرفته از نرم‌افزار Abaqus می‌باشد نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که ۶ مود اولیه صفر هستند این نشان‌دهنده درست بودن تحلیل مودال می‌باشد که مربوط به حرکت صلب و دوران حول سه محور مختصات هستند. مودهای ششم به بعد دارای بسامدهای بالاتری هستند. مود هفتم به میزان ۲۲۵ هرتز، اولین بسامد بحرانی میل‌لنگ می‌باشد و همانطور که شکل هم نشان می‌دهد با افزایش مودها، میزان بسامد مربوط به مود مربوطه هم افزایش می‌یابد. نتایج مذکور با نتایج تحقیق (Meng et al., 2011) همخوانی خوبی نشان داد.

جدول ۲- بسامدهای مربوط به آنالیز مودال میل‌لنگ در محیط نرم‌افزار

شماره مود	بسامد طبیعی (Hz)
۱	۰
۲	۰
۳	۰
۴	۰
۵	۰

۱۳۰۰ و ۲۲۰۰ دور بر دقیقه به دست آمد که پایین تر از تنش حد تسلیم می باشد. ضریب اطمینان ۵۲/۴ برای میل لنگ در بحرانی ترین حالت به دست آمد و بنابراین میل لنگ در ناحیه الاستیک کار می کند. این با ضریب اطمینان ارائه شده توسط شرکت پرکینز توافق خوبی را نشان می دهد. نتایج آنالیز مودال و محاسبات صورت گرفته نشان داد که میل لنگ به طور مطمئن در حداکثر سرعت ۲۲۰۰ دور در دقیقه حرکت می کند و به سرعت بحرانی نمی رسد. یعنی بسامد حاصل از نیروی وارده بر میل لنگ با یکی از بسامدهای طبیعی میل لنگ تشدید نمی شود و حالت رزونانس به وجود نمی آید.

جدول ۳ - سرعت های بحرانی میل لنگ برای بسامدهای طبیعی میل لنگ

$\omega_{Critical} (rpm)$						بسامد طبیعی (Hz)	نوع مود	شماره مود
$q = 4$	$q = 3$	$q = 2$	$q = 1/5$	$q = 1$	$q^* = 0.5$			
۳۳۸۰/۸۵	۴۵۰۷/۸	۶۷۶۱/۷	۹۰۱۵/۶	۱۳۵۲۳/۴	۲۷۰۴۶/۸	۲۲۵/۳۹	خمش	هفتم
۵۳۴۸/۵۵	۷۱۳۱/۴	۱۰۶۹۷/۱	۱۴۲۶۲/۸	۲۱۳۹۴/۲	۴۲۷۸۸/۴	۳۵۶/۵۷	خمش	هشتم
۸۲۶۶/۳۵	۱۱۰۲۱/۸	۱۶۵۳۲/۷	۲۲۰۴۳/۶	۳۳۰۶۵/۴	۶۶۱۳۰/۸	۵۵۱/۰۹	خمش	نهم
۱۰۰۲۹/۹	۱۳۳۷۳/۲	۲۰۰۵۹/۸	۲۶۷۴۶/۴	۴۰۱۱۹/۶	۸۰۲۳۹/۲	۶۶۸/۶۶	خمش	دهم
۱۱۶۰۶/۷	۱۵۴۷۵/۶	۲۳۲۱۳/۴	۳۰۹۵۱/۲	۴۶۴۲۶/۸	۹۲۸۵۳/۶	۷۷۳/۷۸	پیچشی	یازدهم
۱۵۴۲۴/۲	۲۰۵۶۵/۶	۳۰۸۴۸/۴	۴۱۱۳۱/۲	۶۱۶۹۶/۸	۱۲۳۳۹۳/۶	۱۰۲۸/۲۸	خمش	دوازدهم

q^* = مرتبه سرعت دورانی بحرانی

منابع

Moradi, S. (2006). Investigating the dynamic behavior of Samand crankshaft under the torsional vibrations. MSc thesis, Faculty of Technology, University of Tarbiat Modares.

Nestorides, E. J. (1958). A handbook of torsional vibration. The British internal combustion engine research, Cambridge University.

PMS A.5.56. (1997). Perkins material standard. Perkins group.

Ramdasi, s. S. & Marathe, N. V. (2004). Predictive-cum-experimental analysis of torsional/bending and crankcase vibration and design of optimum tuned damper. Proceeding of third international conference on Synergy of fuel and automotive technology for a cleaner environment, New Delhi, India.

Ranjbarkohan, M. (2008). Stress analysis of the crankshaft of a 4 cylinder Z4 engine using finite element method. MSc thesis, Agricultural faculty, University of Mohaghegh Ardabili.

Seiedalian, SJ. & Mahboob, S. (2012). Theoretical, numerical and experimental analysis of the crankshaft torsional vibrations. Modares mechanical engineering Journal, 12(5), 102-111.

Shahgholi, Gh & H. IranNezhad. (2014). Kinematic and kinetic analysis of MF285 tractor engine. Agricultural Mechanization Research, 1(2): 23-33.

Troy Feese, P. E. & Hil C. (2002). Guidelines for preventing reliability of reciprocating machinery by avoiding torsional vibration problems. Engineering Dynamics Incorporated, University San Antonio, Texas 78249, pp. 1-20

Akin, J. (1998). Finite Element Analysis for Undergraduates, New York : Academic Press.

Frozanpour, H. (1376). Design and optimization of piston, crankrod and crankshaft of Peikan 1600 engine. MSc thesis, Faculty of Technology, University of Tarbiat Modares.

Ghaseminazhad, M. (2009). Investigating engine life span and failure reasons of some parts of engine of Mf-285 tractor. Proceeding of the 5th national conference of agricultural machinery and mechanization, Ferdosi University of Mashhad.

Hariss, C. M. & Piersol A. G. (2002). Shock and Vibration Handbook. 5th Edition. McGraw-Hill Book Company.

HekmatNahzad, A. & P. Maleki. (1995). Determination the natural torsional vibration frequencies of Crankshaft. MSc Thesis, University of science and technology of Iran.

Kang, Y., Sheen, G. J. & Tseng M.H. (1997). Modal analysis and experiments for engine crankshaft. Journal of Sound and Vibration, 214, 413-430.

Khanali, M. (2006). Stress analysis in front axle grain combine of John Deere955. MSc thesis, Faculty of agriculture and natural resources, University of Tehran.

Mahmodi, A. (2007). Statistical investigating of MF285 tractor failure. The third student conference of Agricultural machinery mechanic, University of Shiraz.

Meng, J., Liu, Y. & Liu R. (2011). Finite Element Analysis of 4-Cylinder Diesel Crankshaft. International Journal Image, Graphics and Signal processing, 5, 22-29.



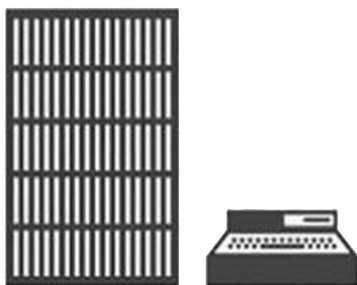
به نظر شما یک خانه هوشمند ایده‌آل چطور خانه‌ایست؟ برای اینکه بهتر این مفهوم را درک کنید تصور کنید: از دانشگاه یا محل کار به خانه می‌آیید. وقتی به نزدیکی خانه می‌رسید، در خانه به صورت اتوماتیک باز شود. چون خسته هستید برای آرامش شما در خانه موسیقی آرامش‌بخشی پخش شود. برای دوش گرفتن نیاز نباشد با شیر آب و بر روی دمای آب به حد رضایت بخش برسد. از محل کار بتوانید وسایل پخت و پز را کنترل کنید تا وقتی به خانه رسیدید، نیازی به پخت و پز یا حتی گرم کردن غذا نباشد. این موارد تنها بخش کوچکی از تکنولوژی خانه هوشمند است.

با اینکه در حال حاضر تمام تکنولوژی‌های مورد نیاز برای یک خانه هوشمند ایده‌آل وجود دارد، اما هنوز آن‌طور که باید و شاید این موضوع به صورت ملموس جا نیفتاده. یکی از دلایل آن مربوط است به تعداد زیاد محصولات و برندهای موجود در این صنعت. دلیل دیگر هم مربوط می‌شود به اینکه مردم می‌ترسند که همانند گوشی‌های هوشمند، گجت‌های این تکنولوژی هم زود به گجت‌های پایین رده و از رده خارج تبدیل شود. با وجود این مشکلات، خانه‌های هوشمند آینده چندان دور از دسترس به نظر نمی‌رسند.

آیا می‌دانستید؟

تجهیزات خانه هوشمند شامل: تجهیزات روشنایی، گرمایشی و وسایل الکترونیکی کنترل از راه دور، از دهه شصت میلادی وجود داشته است.

تاریخچه



در سال ۱۹۶۶ ماشین اتوماسیون منزل به اسم ECHO IV ابداع شد. ECHO می‌توانست وسایل و دمای خانه را کنترل کرده و لیست خرید منزل را نیز چاپ کند. متاسفانه این وسیله چندان مفید نبوده و خیلی بزرگ بود. به همین دلیل هیچوقت به بازار نیامد.

1960



در دهه ۷۰ میلادی شرکت پیکو الکترونیکس سیستم X10 را ساخت. سیستمی که به هدف ارتباط وسایل خانه طراحی شده بود.

1970



در سال ۱۹۸۴ سازمان ملی سازندگان منزل عبارت Smart House را ابداع کرد. هدف از این کار تشویق صنعت ساخت و ساز برای بکارگیری تکنولوژی در بخش املاک بود.

1980

حال و آینده



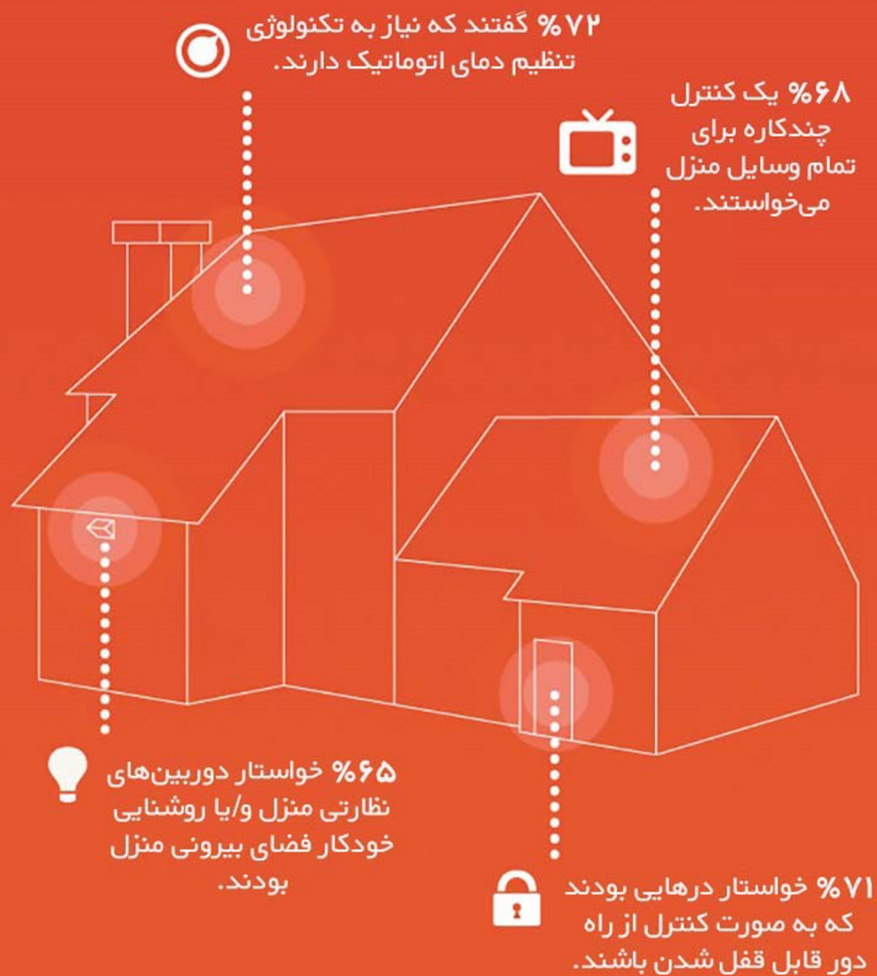
با همه این احوال، تنها بعد از رواج تکنولوژی اتصال گوشی‌های هوشمند با وسایل خانه بود که مردم با پتانسیل عبارت خانه هوشمند آشنا شدند.

در سال ۲۰۱۴ تقریباً ۱۰۰ میلیون خانه از تکنولوژی خانه هوشمند استفاده می‌کردند. انتظار می‌رود این رقم تا سال ۲۰۱۸ دو برابر شود.



موارد استفاده تکنولوژی خانه هوشمند چیست؟

وقتی از مردم درباره اینکه مایلند از چه نوع تکنولوژی در خانه خود استفاده کنند، پرسیده شد...



مساله امنیت با **۹۱٪** بیشترین انگیزه را برای خرید سیستم خانه هوشمند به خود اختصاص داده است.

آینده‌ی (نه چندان دور) تکنولوژی خانه هوشمند

خانه‌ای را تصور کنید که...



- ✓ حال شما را می‌فهمد
- ✓ دمای بدنتان تشخیص می‌دهد
- ✓ سلیقه موسیقی شما را می‌داند
- ✓ می‌داند که آیا قهوه میل دارید یا خیر

به طور خلاصه: خانه‌ای که حرکات شما را تشخیص داده و محیط اطرافتان را برای راحت کردن زندگی روزانه کنترل کند.

دور از دسترس به نظر می‌رسد؟

در واقع این خانه آنقدرها هم دور از دسترس نیست. تعداد زیادی از تکنولوژی‌های مورد نیاز چنین خانه‌ای در حال حاضر وجود دارند.

پس مشکل چیست؟

موانع اصلی ورود به عصر خانه‌های هوشمند موارد زیر هستند:



تعداد زیاد محصولات و برندهای موجود



نبود نوعی تکنولوژی که بتواند این همه محصول متنوع از شرکت‌ها مختلف را به هم مرتبط کند



محدودیت دانش یا آگاهی مصرف‌کنندگان



نگرانی درباره میزان امنیت این تکنولوژی



نگرانی درباره هزینه این تکنولوژی

بهترین برندها



از میان کسانی که نسبت به گجت‌های خانه‌ی هوشمند آگاهی دارند، ۴۸ درصد اعلام کرده‌اند که با محصولات شرکت اپل، ۲۲ درصد با محصولات شرکت سامسونگ و ۱۵ درصد نیز گفته‌اند که با محصولات شرکت آمازون آشنایی دارند. با این حال شرکت‌های زیادی در زمینه محصولات خانه هوشمند فعالند.

PHILIPS

nest

canary

CHAMBERLAIN.



hive

GOCONTROL™

iHome™

dropcam

CREE ⇄

البته شرکت‌های فعال به این چند شرکت ختم نمی‌شود!

مشکل اینجاست که مردم نمی‌دانند کدام برند یا محصول از امتحان زمان پیروز بیرون می‌آید.

در واقع...



طبق تحقیق انجام شده توسط شرکت ThroughTek ۲۵ درصد آمریکایی‌ها نگرانند که گجت‌هایشان از رده خارج شوند.

دیگر چه...

نبود مشتری کافی



۵۰ درصد مردم گفته‌اند که نسبت به محصولات خانه هوشمند، اشتیاق دارند. و این یعنی ۵۰ درصد مشتاق نیستند.

حریم شخصی



۷۱ درصد نگران لو رفتن اطلاعات شخصیشان توسط تکنولوژی‌های خانه‌ی هوشمند هستند.

وجود خطای عملکرد



۵۷ درصد می‌ترسند که این تکنولوژی‌ها با خطای زیاد همراه باشند.

عدم کارکرد صحیح



۴۹ درصد گفته‌اند که گجت‌هایی که به درستی با هم اتصال برقرار نمی‌کنند، استرس را در زندگیشان زیاد می‌کند.

DAY / NIGHT 21°C



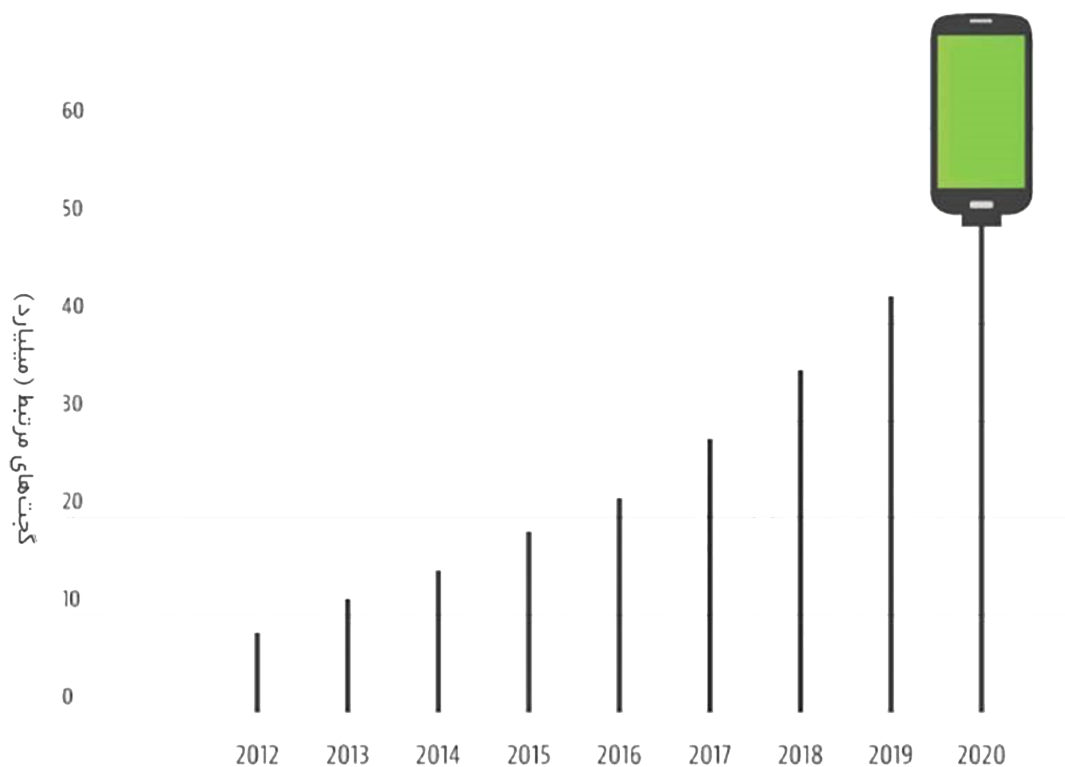
خوشامد به تکنولوژی خانه هوشمند

اگر مشکلات بالا را در نظر نگیریم، اینترنت اشیا یک چیز واقعی است. یک چیز بزرگ که قرار است بزرگتر شود.

در سال ۲۰۱۴، ۱۴/۴ میلیارد گجت اینترنت اشیا را شکل دادند. پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۰ این مقدار به بیش از ۵۰ میلیارد دستگاہ برسد.

اینترنت اشیا

تعداد گجت‌هایی که در سراسر جهان به هم مرتبطند.

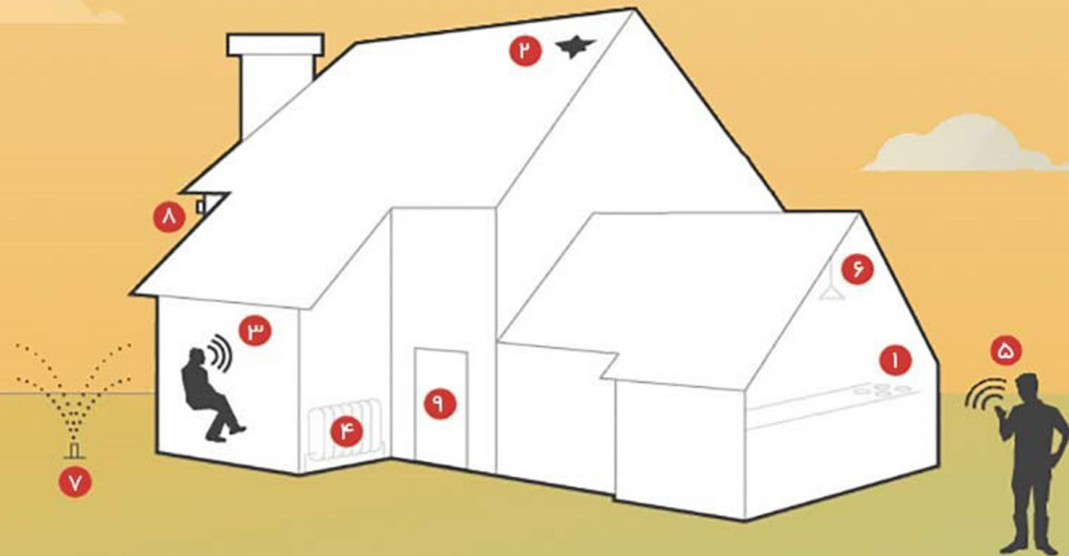


این گجت‌ها شامل تمام وسیله‌هایی می‌شوند که حمل می‌کنیم یا می‌پوشیم. گجت‌هایی که در ماشین‌ها و محل کار ما حضور دارند. و البته گجت‌هایی که زندگی ما را بهتر می‌کنند.

در حقیقت اگر ما تکنولوژی خانه‌ی هوشمند را با آغوش باز پذیرفته بودیم، در حال حاضر خانه‌های ما چیزی شبیه به این بود:

خانه هوشمند مدرن

- ۱ وسایل پخت و پزی که از راه دور خاموش و روشن میشوند.
- ۲ سنسورهایی که رطوبت، دما و نشستی آب را تشخیص داده و در صورت وجود موردی مشکوک، به ما اطلاع می‌دهند.
- ۳ تشخیص صدا نوعی تکنولوژی که ما را قادر می‌سازد بدون حرکت دادن حتی یک انگشت دما و نور را کنترل کرده، زمان را تنظیم و موسیقی پخش کنیم.
- ۴ اتاق‌هایی که سلیقه فردی که واردشان می‌شود را پیش‌بینی کرده و دما را کم یا زیاد می‌کنند.



- ۵ سیستم سرمایشی و گرمایشی که می‌تواند از بیرون از خانه کنترل شود. یا طوری تنظیم شود که بر اساس دمای بیرون کار کند.
- ۶ لامپ‌هایی که نور و رنگشان بر اساس زمان شب و روز تغییر می‌کند.
- ۷ نوعی سیستم آبیاری که بر اساس میزان رطوبت خاک باغچه و پیش‌بینی وضع هوا کار می‌کند.
- ۸ سیستم نظارتی منزل که حرکات و مداخلات معمولی را تشخیص داده و در صورت تشخیص موردی مشکوک به شما اطلاع دهد.
- ۹ درهای هوشمندی که موقع خروج به صورت خودکار قفل و موقع نزدیک شدن باز شوند. همچنین قابلیت کنترل چشمی داشته و بتوان آن‌ها را برای مهمانان نیز تنظیم کرد.

مروری بر کاربرد نانو سلولز در بسته بندی مواد غذایی

دکتر جواد طریقی - رضا رسول زاده



استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

دانشجوی دوره کارشناسی مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

سلولز مولکولی دراز و پلیمری قوی است که از منابع بسیاری بدست می‌آید. از نانو بلورهای سلولزی برای تقویت نانو کامپوزیت‌ها استفاده می‌شود. استخراج نانو بلورها از منابع سلولزی به روش هیدرولیز اسیدی انجام می‌شود که طی آن پلیمرهای لیگنین، همی سلولز و بخش‌های آمورف بدون تغییر در ساختار نانوبلورها حذف می‌شوند. جدا سازی و اضافه کردن نانوبلور سلولز به ماتریکس ماده ضعیف مقاومت مکانیکی، شیمیایی و حرارتی نانو کامپوزیت‌ها را حل می‌کند. استفاده از نانو کامپوزیت‌های تقویت شده در صنایع بسته‌بندی مواد غذایی باعث بهبود امنیت و مدت زمان نگهداری مواد غذایی می‌شود. همچنین به علت زیست‌تخریب‌پذیر بودن، آلاینده‌گی حاصل از مواد بسته‌بندی را کاهش می‌دهد و به علت تجدیدپذیر و در دسترس بودن ماده اولیه باعث کاهش هزینه‌های تولید می‌شود.

کلمات کلیدی: نانوسلولز، نانوبلور، نانوکامپوزیت، بسته‌بندی مواد غذایی

A Review on the Application of Nanocellulose in Food Packaging

Javad Tarighi, Reza Rasoulzadeh

Assistant Professor of Mechanic of Bio System, Tarighi@uma.ac.ir

Student of Agricultural Mechanization Engineering, Reza.Rasoulzadeh97@gmail.com

ABSTRACT

Cellulose is a long molecule and strong polymer that comes from many sources. Cellulose nanocrystals are used to strengthen nanocomposites. Extraction of nano-crystals from cellulose sources is carried out by acid hydrolysis method, in which lignin, hemicellulose and amorphous polymers are removed without changing the structure of nanocrystals. The separation and addition of cellulose nanocrystal to the material matrix solves the weakness of mechanical, chemical, and thermal resistance of nanocomposites. The use of reinforced nano-composites in the food packaging industry improves the safety and shelf-life of foodstuffs. Due to its biodegradability, it also reduces the contamination from packaging materials and reduces the cost of production due to the availability of raw material and its availability.

Keywords: Nano-Cellulose, Nano Crystal, Nanocomposite, Food Packing

چوب و گیاهان کمپوزیت‌های سلولزی هستند که توسط طبیعت تولید می‌شوند و سلولز به عنوان فاز تقویت کننده در آنها وجود دارد.^[۵] سلولز، ماده ساختمانی سلولی دراز و یک پلیمر بسیار قوی است که به صورت گسترده می‌توان از منابع بسیاری تهیه کرد، علاوه بر گسترده بودن منابع می‌توان به ارزان بودن مواد اولیه و زیست‌تخریب‌پذیر بودن آن نیز اشاره کرد.^[۷] به همین دلیل اخیراً بسیار مورد توجه قرار گرفته است. نانو بلورها از منابع تجدیدپذیری هستند که برای تولید کامپوزیت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند و به دلیل خواصی که دارند از توجه ویژه‌ای برخوردار هستند.^[۱۰]

Hierarchical Structure of Plant Based Fibers

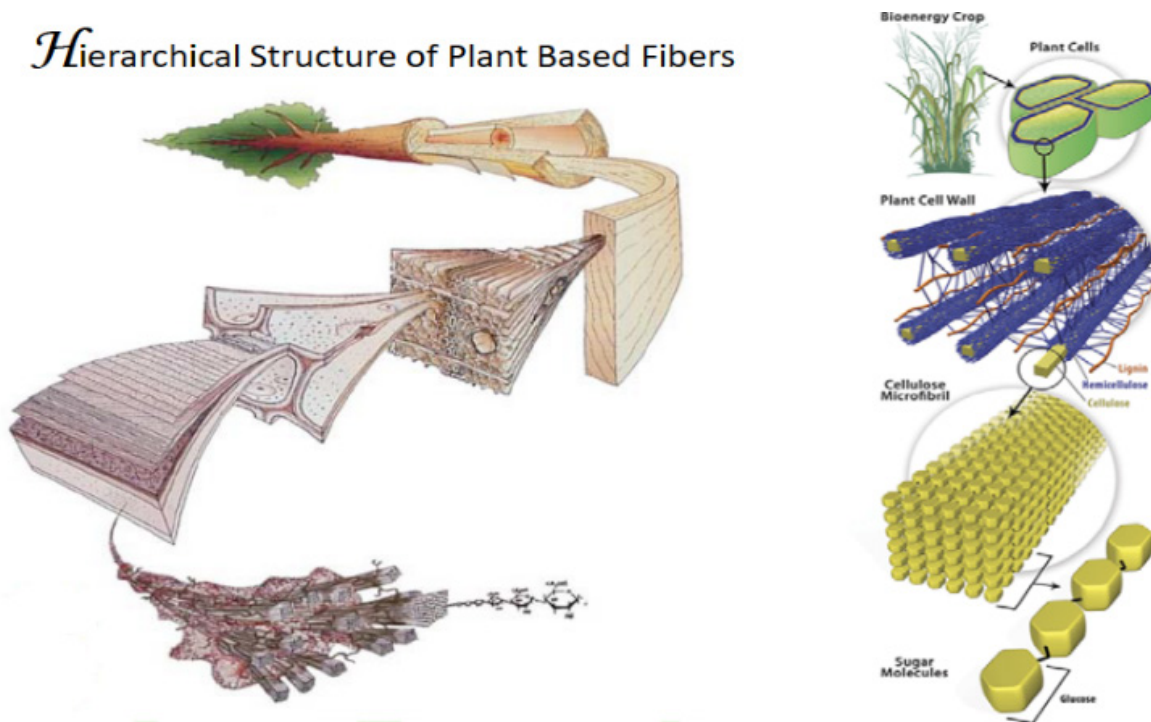


Figure 1. Cellulose structure in plants and algae.

شکل ۱- ساختار سلولز در گیاهان و جلبک‌ها.

مواد پلاستیکی به علت قیمت پایین‌تر، چگالی کمتر، مقاومت به خوردگی، در دسترس بودن، هدایت گرمایی فوق‌العاده کم، مقاومت در برابر نفوذ گازها و مقاومت بالا در مقابل نفوذ آب بالایی که دارند سال‌های زیادی است که به عنوان کاربردی‌ترین و اقتصادی‌ترین گزینه در صنعت بسته بندی بکار می‌روند. مهم‌ترین مشکل این مواد زمان‌بر بودن فرآیند تجزیه آن است که باعث بروز مشکلات زیست محیطی بسیاری می‌شود. از دیگر مشکلات این مواد می‌توان به کمبود منابع نفتی و وارد شدن مواد نامطلوب از بسته‌بندی به غذا که باعث کاهش ایمنی غذایی و تغییر طعم می‌گردند، اشاره کرد.^[۱۲]

اخیراً توسعه پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر از توجه بسیاری برخوردار بوده است. علت این امر افزایش تقاضای عموم برای مصرف مواد زیست-دوست بوده است. در بین کمپوزیت‌های زیست-دوست، فیبرهای طبیعی به دلیل هزینه و چگالی کم، منابع تجدیدپذیر و زیست تخریب‌پذیری از توجه ویژه برخوردار بوده است.^[۱۳]

با وجود این مزایا متأسفانه این مواد دارای معایبی همچون مقاومت مکانیکی و ترمودینامیکی پایین، حساسیت به آب، نفوذپذیری نامناسب و عدم دوخت‌پذیری می‌باشد که اخیراً تحقیقاتی برای رفع این مشکلات انجام گرفته، از جمله Lee, Koon-Yang, et al.(2014) گزارش دادند که با استفاده از خاصیت سختی و مقاومت نانو کریستال می‌توان مقاومت مکانیکی نانو کامپوزیت‌ها را تقویت کرد. Shakeri, A. R., et al.(2015) گزارش دادند که با کاهش قطر الیاف، میزان مواد استخراجی و لیگنین نمونه‌ها کاهش و با افزایش میزان بلورینگی، میزان جذب آب نمونه‌ها کاهش نشان می‌دهد. همچنین Spence, Kelley L., et al.(2010) گزارش دادند که تولید سلولز میکرو فیبریل شده از فیبرهای حاوی لیگنین می‌تواند با کاهش انرژی و مواد شیمیایی مورد نیاز، باعث کاهش هزینه و افزایش شفافیت فیلم‌های تولیدی شود. همچنین Separdar, H., et al.(2016) گزارش دادند که افزودن نانو سلولز به فیلم کامپوزیت ایزوله پروتئین سویا-کتیرا، موجب تقویت خصوصیات کاربردی و عملکردی و در نتیجه بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها می‌شود.

هدف از این تحقیق ارائه روش علمی و عملی برای تولید و استفاده نانو سلولز در کامپوزیت‌ها برای مصرف در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی برای بهبود کیفیت بسته‌بندی با جایگزین کردن کامپوزیت‌های سلولزی زیست‌تخریب‌پذیر که به دنبال آن می‌توان مشکل آلاینده‌گی حاصل از پلیمرهای نفتی و کمبود منابع نفتی را تا حدودی حل کرد.

۲- تهیه میکرو و نانوبلور سلولز به روش هیدرولیز اسیدی

برای تهیه بلور سلولز از منابع بسیاری همچون چوب، پنبه، کنف، کتان، کاه گندم، چغندر قند، سیب زمینی، پوست درخت توت، رامی، جلبک و تونیسین استفاده می‌شود.^[۷] مواد خام تهیه شده پس از جداسازی مواد اضافی و خورد شدن در قطعات ریز در محدوده ساتی‌متر آماده تهیه خمیر می‌شوند. خمیر به روش سودا با قلیات فعال ۲۸ درصدی که با نسبت مشخصی انجام می‌شود تهیه شده و وارد مرحله رنگبری می‌شود، در این مرحله ابتدا محلولی از سدیم کلریت ۷ درصد و بافر استات تهیه شده و به مدت ۹۰ دقیقه و در دمای ۸۰ درجه ساتی‌گراد رفلاکس شده و در نهایت با آب مقطر شسته می‌شود. این فرایند تا زمانی تکرار می‌شود که رنگبری به صورت کامل انجام شود، پس از رنگبری خمیر آماده شده در شرایط رفلاکس در محیط اسیدی هیدرولیز شده و نهایتاً با آب مقطر شسته می‌شود و پس از خشک شدن در دمای اتاق بلور سلولز تهیه می‌گردد. اندازه میکروبلورهای تهیه شده به غلظت اسید استفاده شده در هیدرولیز بستگی دارد که در محدوده میکرومتر بوده و کمتر از ۵۰ میکرومتر می‌باشند.

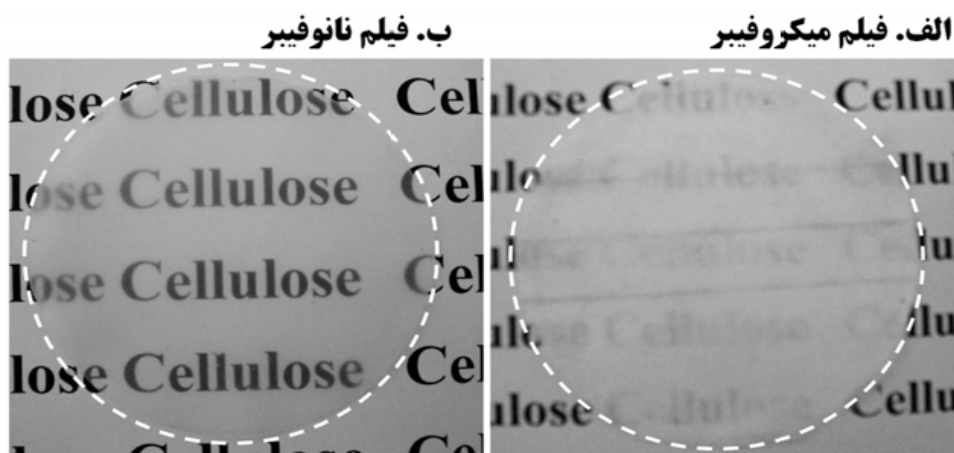


Figure ۲. Comparison of the crystallinity of films made of micro and nano crystals (the nanocrystal in left side and the microcrystalline in right side).

شکل ۲- مقایسه بلورینگی فیلم‌های ساخته شده از میکرو و نانوبلور (سمت چپ نانوبلور و سمت راست میکروبلور)



Figure ۳. Obtained nanocellulose gel
شکل ۳- ژل نانوسلولز بدست آمده

پس از تهیه میکروبلور، همراه با هیدروبرمیک اسید به یک بالن مجهز به ستون رفلکس که در زیر آن یک همزن مکانیکی قرار دارد به آرامی و ضمن هم خوردن محلول توسط همزن ریخته می‌شود. سپس به مدت ۴ ساعت و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در همان محیط هم زده می‌شود، پس از طی این مدت در دمای اتاق به آرامی سرد شده و به مدت یک ساعت و به صورت متناوب و در زمان‌های کوتاه در معرض فراصوت قرار گرفته و به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ می‌شود، سپس با آب مقطر خنثی سازی شده و به مدت ۴۸ ساعت در خشک‌کن انجمادی قرار می‌گیرد. قطر نانو بلورهای تهیه شده کمتر از ۳۰ نانومتر گزارش شده است.^[۱۱]

۳- کاربرد در ساخت نانوکامپوزیت

از نانو بلورهای سلولزی به عنوان فاز تقویت‌کننده در تولید نانوکامپوزیت استفاده می‌شود. در طبیعت این ماده به عنوان تقویت‌کننده مکانیکی در گیاهان و بعضی از جانوران نقش دارد. الیاف‌های سلولزی از میکروفیبریل‌های بسیار محکمی تشکیل شده‌اند که سفتی ۱۴۵ گیگاپاسکال و مقاومت کششی ۷.۵ گیگاپاسکال دارد.^[۲] علاوه بر خواص مکانیکی، فراوانی سلولز نیز بسیار حائز اهمیت می‌باشد، به این دلیل که فراوان ترین پلیمر زیستی بوده و سالانه حدود صد میلیارد تن از طریق بیوسنتز گیاهی تولید می‌شود.^[۴] سلولز می‌تواند منبع گیاهی یا جانوری داشته باشد، مقدار سلولز موجود در بافت‌های مختلف متفاوت است به گونه‌ای که این مقدار در پنبه ۹۸ درصد، در الیاف رامی ۷۵ درصد و در چوب بین ۴۰ تا ۵۰ درصد است.^[۱]

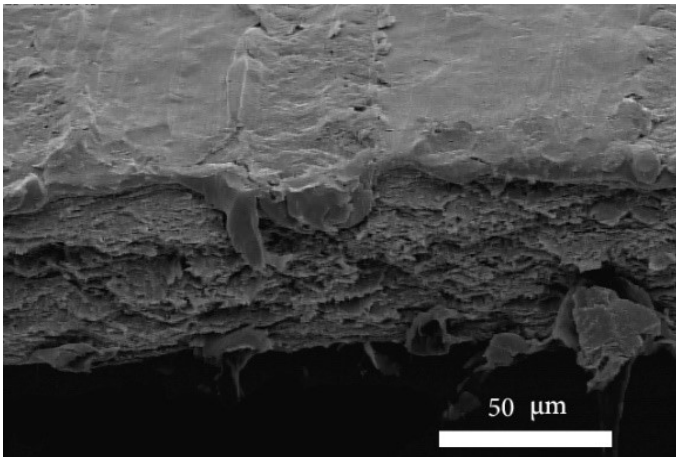


Figure ۴. Cross section of cellulose nanocomposite
شکل ۴- مقطع عرضی نانوکامپوزیت سلولزی

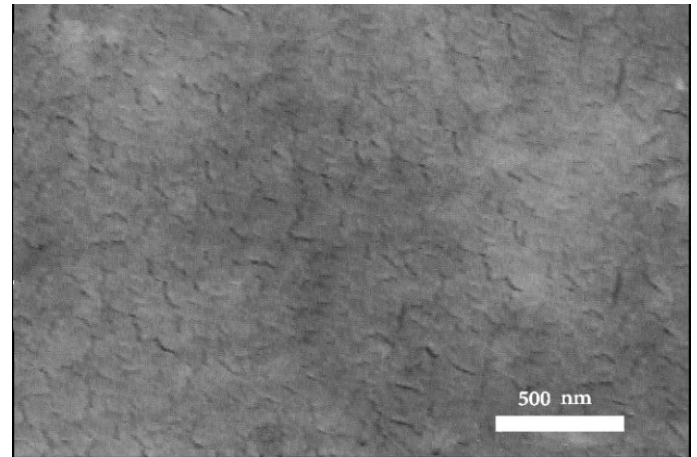


Figure ۵. Cellulose Nano Composite Surface
شکل ۵- سطح نانو کامپوزیت سلولزی

فیبرهای سلولزی موجود در دیواره الیاف گیاهان عامل مقاومت کششی هستند. این فیبرها خود از نانو بلورها و بخش‌های بی‌شکل ساخته می‌شوند و به عنوان فاز تقویت‌کننده در ماتریکس پلیمر یا ماده زمینه استفاده می‌شوند.^[۲] نانو بلورهای سلولز مقاومت بالایی در مقابل حرارت و مواد شیمیایی دارند. این مواد به علت وجود اتم‌های هیدروژن و گروه‌های هیدروکسیل (نانوبلورها) در اطراف زنجیره سلولز از فعالیت شیمیایی سطحی بالایی برخوردارند که باعث ایجاد شبکه بسیار محکم شده و مقاومت مکانیکی آن را افزایش می‌دهد.^[۳]

دیواره سلولی گیاهی که نوعی نانوکامپوزیت است از میکروفیبریل‌های سلولزی که در ماتریکسی از پلیمرهای طبیعی مانند لیگنین و همی سلولز قرار دارد، تشکیل شده است. از آنجا که خصوصیات مکانیکی نانوکامپوزیت‌های به طور چشمگیری به درجه کریستالینی پرکننده‌های سلولزی (نانوبلورها) بستگی دارد، جداسازی لیگنین، همی سلولز و بخش‌های آمورف بدون اینکه ساختار بلوری دچار تغییر شود برای حفظ مقاومت‌های نانو بلور سلولز و نانو کامپوزیت تقویت شده با آن ضروری است.^[۱۴]

اصطلاح سلولز میکروبلور (MFC) به مخلوطی از نانوسلولزهای منفرد و دسته آن اطلاق می‌شود که از فرایند همگن سازی بدست آمده و شامل میکروالیافی با قطر ۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر است. MFC تهیه شده را نمی‌توان با روش‌های معمولی خشک کرد چون طی فرایند خشک کردن پیوند هیدروژنی قوی تشکیل می‌شود که عمل حل کردن را دچار مشکل می‌کند و باید از خشک کن انجمادی استفاده شود.^{[۱۱] و [۱۲]}

مزایا

– کامپوزیت‌های ساخته شده از سلولز و نانو بلور سلولز به راحتی پس از سوزاندن به چرخه طبیعت باز می‌گردند. (زیست‌تخریب پذیر هستند)^[۱۲]

– دامنه منابع اولیه نانوسلولز بسیار گسترده بوده و سالانه در حدود ۱۰۰ میلیارد تن از طریق بیوستنز تولید می‌شود و همچنین قیمت بسیار پایینی دارد.^[۵]

– به علت وجود گروه هیدروکسیل و هیدروژن فعالیت سطحی بالایی دارند که همین امر باعث ایجاد شبکه بسیار محکم شده و مقاومت مکانیکی آن را افزایش می‌دهد.^[۳]

– سطح ویژه بالا در حدود ۵۷۵ مترمربع در هر گرم دارند.^[۳]

– سختی و ضریب کششی بسیار بالایی دارند.^[۱۱]

معایب

با وجود ماده اولیه ارزان قیمت، با توجه به روش‌های موجود برای استخراج نانو بلور که عامل تقویت‌کننده نانو کامپوزیت است، بسیار زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد. به همین دلیل با اینکه در مقیاس آزمایشگاهی تولید می‌شود ولی نمی‌توان آن را در سطح صنعتی تولید کرد.^[۳]

۴- نتیجه گیری

وجود منابع تجدیدپذیر و فراوان سلولز که با هزینه کم در هر زمان و مکانی در دسترس است، در سال‌های اخیر توجه محققان را به خود جلب کرده است.^[۷]

تولید نانوکامپوزیت‌های سلولزی برای بسته‌بندی مواد غذایی با مشکلاتی همچون مقاومت مکانیکی کم، مقاومت نسبت به حرارت و مواد شیمیایی و مقاومت کم نسبت به نفوذ آب روبرو است، که این مشکلات با اضافه کردن نانوبلورها به ماده زمینه پلیمری حل می‌شود^[۶] ولی همچنان استخراج این نانوبلورها به هزینه و زمان زیادی نیاز دارد. همین امر باعث شده است که امکان تولید و استفاده از نانوکامپوزیت‌های سلولزی به صورت صنعتی وجود نداشته باشد.^[۳]

در نتیجه در میان مواد زیادی که بشریت به آن وابسته است، استفاده وسیع از پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر همچنان در صنایع بسته‌بندی مواد غذایی از بیشترین توجه برخوردار است. در حال حاضر تقریباً همه این پلیمرها از مواد پتروشیمی درست می‌شوند. استفاده از نانوکامپوزیت‌های سلولزی در صنایع بسته‌بندی مواد غذایی، اول موجب افزایش امنیت و زمان ماندگاری محصولات غذایی می‌شود، دوم به دلیل زیست‌تخریب‌پذیر بودن می‌توان آلاینده‌های حاصل از پلاستیک‌های مورد استفاده در صنعت بسته‌بندی را حذف کرد یا حداقل کاهش داد و سوم چون منبع آن نامحدود است دیگر نگرانی تمام شدن نفت یا ماده اولیه را نخواهیم داشت و همیشه به هر مقدار و با هزینه بسیار کم در دسترس است.

Book:

1-Takahashi, Y. (2007). Cellulose nanoparticles: A route from renewable resources to biodegradable nanocomposites (Doctoral dissertation, State University of New York College of Environmental Science and Forestry). (English)

Conference Proceeding:

2-Pesarkalou, M., Akbarpour, I., Karian, I., Soleimani, A & Imani, M. (2014). Producing resistant nanocomposites using cellulose nanofibers. First National Conference on Natural Resources Management.(Persian)

Journal Article:

3-Aliniyay Lakani, S., Afra, E., & Yousefi, H. (2016). Studying the effect of pulp refining and paper pressing and using nano fibrillated cellulose to improve the CMP pulp properties. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 31(2), 224-236. (Persian)

4-de Souza Lima, M. M., & Borsali, R. (2004). Rodlike cellulose microcrystals: structure, properties, and applications. Macromolecular rapid communications, 25(7), 771-787. (English)

5-Fengel, D., & Wegener, G. (1984). Wood: chemistry, ultrastructure, reactions. Walter de Gruyter, 613, 1960-82. (English)

6-Lee, K. Y., Aitomäki, Y., Berglund, L. A., Oksman, K., & Bismarck, A. (2014). On the use of nanocellulose as reinforcement in polymer matrix composites. Composites Science and Technology, 105, 15-27. (English)

7-Lin, N., & Dufresne, A. (2014). Nanocellulose in biomedicine: Current status and future prospect. European Polymer Journal, 59, 302-325. (English)

8-Lu, J., Wang, T., & Drzal, L. T. (2008). Preparation and properties of microfibrillated cellulose polyvinyl alcohol composite materials. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 39(5), 738-746. (English)

9-Salas, C., Nypelö, T., Rodriguez-Abreu, C., Carrillo, C., & Rojas, O. J. (2014). Nanocellulose properties and applications in colloids and interfaces. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 19(5), 383-396. (English)

10-Separdar, H., Rahimi, E., Shahabi Ghahfarokhi, I. (2016). Study of Physical and Mechanical Properties of Nanocomposite Film of Isolated Protein of Soybean-Kithia-Nanocellulose. Iranian Journal of Biosystem Engineering, 47(3), 431-439. (Persian)

11-Shakeri, A. R., Imani, M., & Miraki, F. (2015). Preparation and characterization of Microcrystalline cellulose (MCC) and Nano crystalline cellulose (NCC) from cotton stem. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 30(2), 299-307. (Persian)

12-Spence, K. L., Venditti, R. A., Rojas, O. J., Habibi, Y., & Pawlak, J. J. (2010). The effect of chemical composition on microfibrillar cellulose films from wood pulps: water interactions and physical properties for packaging applications. Cellulose, 17(4), 835-848. (English)

13-Tang, X. Z., Kumar, P., Alavi, S., & Sandeep, K. P. (2012). Recent advances in biopolymers and biopolymer-based nanocomposites for food packaging materials. Critical reviews in food science and nutrition, 52(5), 426-442. (English)

آشکار سازی ردیف های کشت مبتنی بر استریوژن برای هدایت خودکار تراکتور



دکتر ولی رسولی شربیانی - مهندس افشین عزیز

استادیار گروه مهندسی بیوسیسٹم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
دانشجوی دوره دکتری مکانیک بیوسیسٹم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

هدایت ماشین‌های کشاورزی در بین ردیف‌های کشت در مزرعه، کار مشقت باری برای تولیدکنندگان محصولات است که نه تنها باعث کاهش خستگی اپراتور خواهد شد بلکه بهره‌وری و ایمنی کار را نیز ارتقا خواهد داد. این تحقیق به منظور توسعه یک الگوریتم آشکار سازی ردیف مبتنی بر سیستم هدایت ماشین‌های کشاورزی بینایی سه بعدی (Stereovision) انجام شده است که شامل توابعی برای پردازش تصویر سه بعدی، ایجاد نقشه ارتفاع و تعیین نقطه ناوبری می‌باشد. الگوریتم حاضر در یک مزرعه سویا در مسیرهای مستقیم و انحنادار در سرعت‌های معمول کاری مورد تست و ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادند این سیستم هدایت، ردیف‌های محصول را با دقت و قابلیت بالا در یک مزرعه با وجود علف هرز تعیین می‌کند.

کلمات کلیدی: استریوویژن، ردیف محصول، هدایت خودکار، پردازش تصویر.

۱- مقدمه و هدف

نظارت بر شرایط رشد گیاه و هدایت خودکار وسیله نقلیه، دو عمل مهم در کشاورزی دقیق مکانیزه می‌باشد. برای انجام این کارها سیستم هدایت خودکار وسایل نقلیه توسعه داده شده است تا بطور خودکار ماشینی را که از بین ردیف‌های کشت عبور می‌کند برای انجام عملیات مورد نیاز، هدایت کند. هدایت خودکار می‌تواند بطور چشمگیری خستگی راننده را کاهش دهد و متعاقباً بهره‌وری و ایمنی عملیات را بهبود ببخشد. سیستم‌های هدایت خودکار ماشین می‌تواند به دو کلاس سیستم‌های مبتنی بر اپراتور و سیستم‌های خودران طبقه‌بندی شوند که هر دو سیستم نیازمند سنسورهای ناوبری برای به دست آوردن اطلاعات هدایت هستند. یکی از متداولترین سنسورهای ناوبری، سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) می‌باشد. یک سیستم ناوبری مبتنی بر زمان واقعی (RTK-GPS) توسط گروه محققین از دانشگاه استنفورد توسعه داده شد که توانست یک تراکتور را بصورت خودکار با دقت ۴ تا ۶ سانتی متر در مزرعه هدایت کند [۱]. برای جبران خطای ناشی از GPS، محققان دانشگاه هوکایدو واحد اندازه‌گیری داخلی را با RTK-GPs ادغام کردند و توانستند دقت هدایت پذیری را بطور مطلوب افزایش دهند [۴].

۲- تئوری و پیشنهاد تحقیق

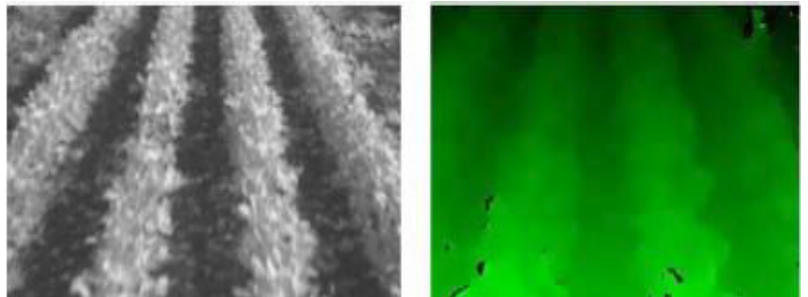
روش دیگر برای هدایت ماشین داخل مزرعه استفاده از سیستم‌های بینایی ماشین می‌باشد. با استفاده از این روش می‌توان ضمن هدایت ماشین بین ردیف‌های مزرعه، عملیات مختلفی از قبیل خاکورزی، سم‌پاشی، برداشت و غیره را انجام داد [۲] و [۵]. یکی از مسائلی که در بینایی ماشین به عنوان چالش در بحث هدایت ادوات کشاورزی با آن روبرو هستیم، تغییرات نور محیط است که بطور مستقیم بر تعیین مقدار آستانه (Thresholding) اثر می‌گذارد. یکی از روش‌های حل این مسئله استفاده از بینایی سه بعدی می‌باشد که برخی از مطالعات در این زمینه انجام شده است [۳].

یک دوربین استریوویژن (STH-MD1) در ارتفاع ۲.۲ متر بر روی یک تراکتور جان دیر در محل مناسب تعبیه شد. (شکل ۱)



این سیستم می‌توانست تصویر مزرعه در فاصله ۱ تا ۸ متری بگیرد. تصاویر اصلی گرفته شده توسط دوربین ابتدا به تصاویر اصلاح شده به منظور محاسبات سه بعدی تبدیل شدند. این فرآیند کالیبراسیون، پارامترهای مرتبط با پارامترهای دوربین و ارتباط هندسی بین تصاویر چپ و راست را تعیین می‌کند. پردازش تصویر استریو به منظور تعیین موقعیت سه بعدی نقاط صحنه اشیای موجود در تصاویر است. این نقاط ۳ بعدی بوسیله محاسبه نقشه ناهمگونی به دست می‌آیند. شکل ۲ نمونه‌ای از محاسبه نقشه ناهمگونی را نشان می‌دهد.

شکل ۱ دوربین سه بعدی نصب شده بر روی تراکتور جان دیر



شکل ۲ مثالی از تصویر استریو و نقشه ناهمگونی مربوط به آن

پس از محاسبه نقشه ناهمگونی ۱ برای پردازش تصاویری استریو نیاز به محاسبه و به دست آوردن نقشه ارتفاع ۲ است. نقشه ارتفاع عبارت است از تصویر ساخته شده با استفاده از پیکس‌هایی با شدت روشنایی متفاوت برای نمایش مقادیر سه بعدی متناظر در موقعیت‌های مشخص شده می‌باشد.

این مقادیر ارتفاع در موقعیت‌های خاص (یک ناحیه کوچک ۰.۰۲*۰.۰۲ متر در مزرعه) برای تشکیل نقشه ارتفاع صحنه‌ای از مزرعه مورد استفاده قرار گرفتند. از آنجایی که ارتفاع محصول همیشه بالاتر از سطح خاک می‌باشد، پیکس‌های نقشه ارتفاع مربوط به محصول، مقادیر بیشتری را نسبت به خاک به خود اختصاص می‌دهند. (شکل ۳) فرآیند محاسبه نقشه ارتفاع از پیکس‌هایی با شدت روشنایی متفاوت ممکن است منجر به از دست دادن برخی اطلاعات از تصویر و ایجاد نویز شود که با استفاده از فیلتر میان این نقص از تصاویر ارتفاع جبران شد.



شکل ۳ تصویر نقشه ارتفاع به دست آمده از نقشه ناهمگونی تصویر ۲

پس از استحصال نقشه ارتفاع از آن به عنوان نقشه ناوبری جهت تعیین نقطه هدایت اصلی استفاده شد. به منظور استخراج نقطه هدایت و تعیین زاویه فرمان‌گیری از یک تاب خود همبستگی بهره گرفته شد. رابطه زیر مقدار زاویه فرمان‌گیری را به ما می‌دهد:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{y_n}{x_n} \right)$$

که در این رابطه (x_n, y_n) نقطه ناوبری تعیین شده نسبت به مختصات خود تراکتور است. θ نیز زاویه فرمان‌گیری نسبت به هدف که همان ردیف‌های محصول است، می‌باشد.

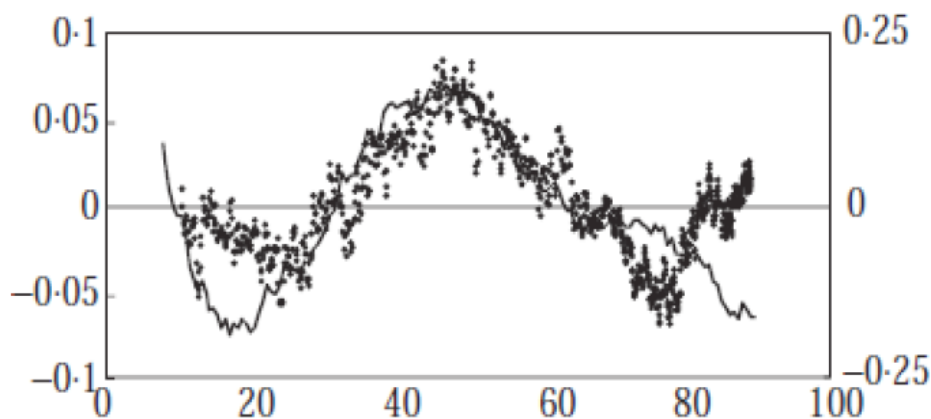
۴- نتایج و بحث

در این مطالعه یک سری آزمایش به منظور هدایت یک ماشین کشاورزی (تراکتور مدل جان دیر) از بین ردیف‌های محصول در یک مزرعه سویا انجام شد. شانزده ردیف محصول سویا که توسط یک کارنده مهار ردیفه کاشته شده بودند در مهار الگوی مختلف بودند که مشخصات آنها در جدول ۱ آمده است:

جدول ۱- الگوهای مسیرهای محصول

مسیر	ارتفاع (متر)	طول مسیر (متر)
الف	۰,۸	۵۸,۳
ب	۰,۵	۵۲,۰
ج	۰,۲۵	۵۸,۲
د	۰,۲	۸۰,۵

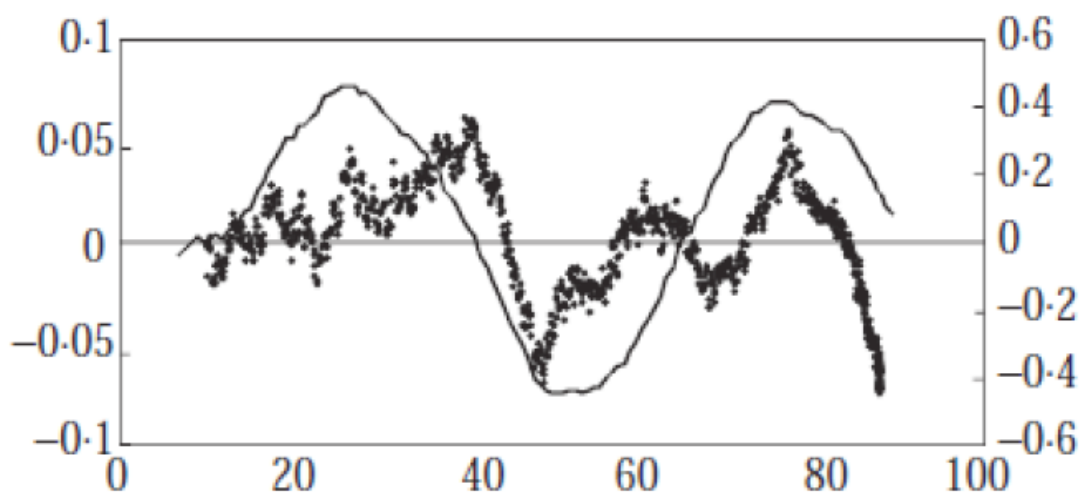
شکل ۴ مسیر حرکت تراکتور را که بصورت خودکار با استفاده از روش استریوویژن نشان در یک مسهیر مسهتقیم (الگوی ج از جدول ۱) را در سرعت ۲۰۵ متر بر ثانیه نشان می‌دهد.



شکل ۴- مسیر پیموده شده با هدایت خودکار با روش استریوویژن. محور افقی مسافت طی شده و محور عمودی مربوط به میزان انحراف از خط مستقیم اصلی است.

ریشه میانگین مربعات خطا (RMS) برابر ۳ سانتی متر به دست آمد. هرچند این مقدار قاب قبول است اما باز هم می‌تواند با بهره‌گیری از روش‌هایی مانند کنترل تقاضایی تجمعی و کنترل فازی بهبود یابد [۶].

نتایج مشابه هدایت خودکار وسیله برای مسیر با انحنای زیاد (الگوی ب از جدول ۱) به دست آمد. شکل ۵ میزان انحراف مسیر تراکتور را از مسیر اصلی زمانیکه وسیله با سرعت ۲ متر بر ثانیه حرکت می‌کند، نشان می‌دهد. مقادیر دقت حرکت وسیله در بین ردیف‌های محصول در سرعت‌های بین ۱ تا ۳ متر بر ثانیه در جدول ۲ آورده شده است.



شکل ۵- مسیر پیموده شده با هدایت خودکار با روش استریوژن در مسیر دارای انحنا در سرعت ۲ متر بر ثانیه. محور افقی مسافت طی شده و محور عمودی مربوط به میزان انحراف از خط مستقیم اصلی است.

جدول ۲- ریشه میانگین مربعات خطای وسیله خودران

مقادیر RMS خطا	سرعت $\left(\frac{m}{s}\right)$	مسیر
۰/۰۴	۱	الف
۰/۰۵	۲	الف
۰/۰۳	۱	ب
۰/۰۳	۲	ب
۰/۰۳	۱	ج
۰/۰۳	۲	ج
۰/۰۳	۳	ج
۰/۰۴	۲	د
۰/۰۴	۳	د

۵- نتیجه گیری

در این تحقیق، هدایت یک وسیله کشاورزی در داخل مزرعه با روش تصاویر استریوژن مورد بررسی و آزمایش قرار گرفت. این روش شامل به دست آوردن نقشه ناهمگونی تصاویر، به دست آوردن نقشه ارتفاع، نقشه نوبری و محاسبه زاویه فرمان‌گیری تراکتور بود. میانگین خطا در هر دو مسیر مستقیم و انحنادار کمتر از ۵ سانتی متر به دست آمد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت این سیستم می‌تواند بطور موثر در هدایت ادوات داخل مزرعه از بین ردیف‌های محصول با دقت قابل قبولی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

1. Bell T. Automatic tractor guidance using carrier-phase differential GPS. *Computers and Electronics in Agriculture*, 25(1-2), 2000, pp. 53-66.
2. Benson E R., Reid J F., Zhang Q. Machine vision-based guidance system for agricultural small-grain harvester using cut-edge detection. *Biosystems Engineering*, 86(4), 2003, pp.389-398.
3. Ji L., Peters A J. Performance evaluation of spectral vegetation indices using a statistical sensitivity function. *Remote Sensing of Environment*, 106(1),2007, pp. 59-65.
4. Kise M., Noguchi N., Ishii K., Terao H. The development of the autonomous tractor with steering controller applied by optimal control. *Proceedings of Automation Technology for Off-Road Equipment*, Chicago, USA,2002, pp. 367-373.
5. Tillett N D; Hague T; Miles S J (2002). Inter-row vision guidance for mechanical weed control in sugar beet. *Computers and Electronics in Agriculture*, 33(3), 2002, pp. 163-177.
6. Qiu H., Zhang Q. Feedforward-plus-PID controller for an off-road vehicle electrohydraulic steering systems. *Journal of Automobile Engineering*, 217(5), 2003, pp. 375-382.

تاریخچه سامانه اتصال سه نقطه تراکتور

ترجمه: دکتر جواد طریقی



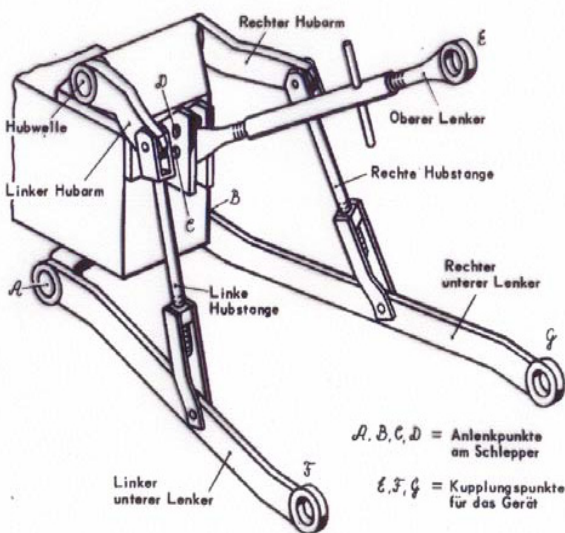
استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

تراکتور کشاورزی در ابتدا برای کشیدن ادوات، حمل ابزار برای شخم زدن مورد استفاده قرار گرفت. شخم زدن زمین یکی از عملیاتی است که به انرژی بالایی نیاز دارد. با قدرت مکانیکی تراکتور کشاورزان می‌توانند عملیات شخم را سریع‌تر و تنها با استفاده از چند نیروی کار و بدون استفاده از حیوانات انجام دهند. این یکی از مهم‌ترین گام‌ها برای مکانیزه انجام دادن کارهای کشاورزی محسوب می‌شود... در ادامه سیستم‌های هیدرولیکی برای بلند کردن و پایین آوردن ادوات معرفی شدند. زمانی که شخم زدن در یک عمق ثابت مطرح شد، مکانیزمی برای ثابت نگه داشتن عمق کار به وجود آمد که به گاوآهن اجازه ورود بیشتر به خاک را نمی‌داد و شخم در یک عمق ثابت انجام پذیرفت. این کار توسط هری فرگوسن، پسر کشاورز ایرلندی، در سال ۱۹۲۵ به سیستم کنترل با کشش نیز توسعه داده شد.

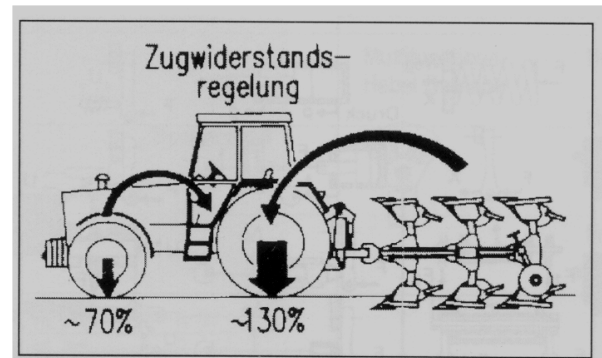
اصول کار کنترل

فرگوسن بازوهای اتصال سه نقطه را اختراع کرد که با تراکتور و ادوات عمل شخم کردن را انجام می‌داد. این کار سپس به یک استاندارد تبدیل شده و امروزه در سراسر جهان رو تراکتور مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل (۱).

او فهمید که در شرایط مزرعه توان تراکتور به دلیل وجود بکسوات نمی‌تواند به خاک منتقل شود. او دانست که بکسوات چرخ‌ها را می‌توان کاهش داد یا نیروی کششی تراکتور را می‌توان با افزایش بار عمودی روی تایرها حرکت افزایش داد. این کار می‌تواند با افزودن وزنه روی چرخ‌ها یا انتقال وزن از ادوات روی تایرها حرکت صورت گیرد. شکل (۲). از طرف دیگر ادوات در حین شخم به دلیل وجود پستی و بلندی‌های زمین در یک عمق ثابت نگه داشته شوند.



شکل ۱- سامانه اتصال سه نقطه برای ادوات سوار



شکل ۲- تاثیر اصلی کنترل کشش

برای جلوگیری از این کار، به یک سیستم متغیر نیاز می‌باشد که با استفاده از یک سیستم کنترل بسته شرایط را ثابت نگه دارد. در این خصوص چهار پارامتر وجود دارد که می‌توانند در سیستم کنترل مدار بسته مورد استفاده قرار گیرند. این چهار پارامتر عبارت‌اند از:

☞ نیروی کشش در بازوها اتصال سه نقطه

☞ گشتاور موجود در محورهای محرک تراکتور

☞ عمق کاری

☞ فشار موجود در سیستم هیدرولیک اتصال سه نقطه

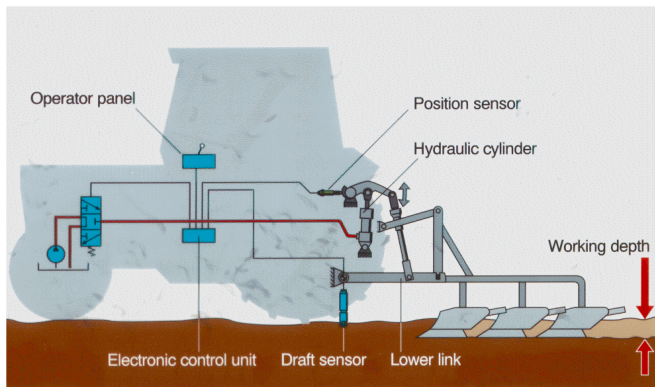
تمامی این پارامترها در سیستم کنترل مورد استفاده قرار می‌گیرند و توسط شرکت‌های سازنده تراکتور هر ساله توسعه داده می‌شوند. اما در سیستم فرگوسن این سامانه زیاد دچار تغییر تحول نشده است.

کنترل کشش – کنترل نیرو در بازوهای اتصال سه نقطه

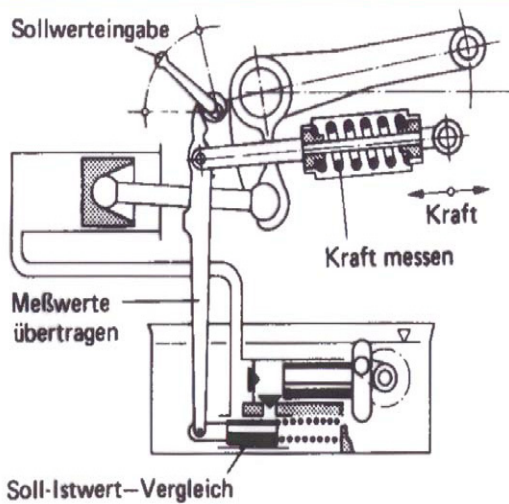
ایده اصلی فرگوسن در سال ۱۹۲۵ استفاده از نیروی موجود در بازوی بالایی سیستم اتصال سه نقطه تراکتور بود که در استفاده از ادوات کوچک در شرایط یکنواخت خاک مزرعه و در عمق کاری کم قابل اندازه‌گیری بود.

شکل (۳)

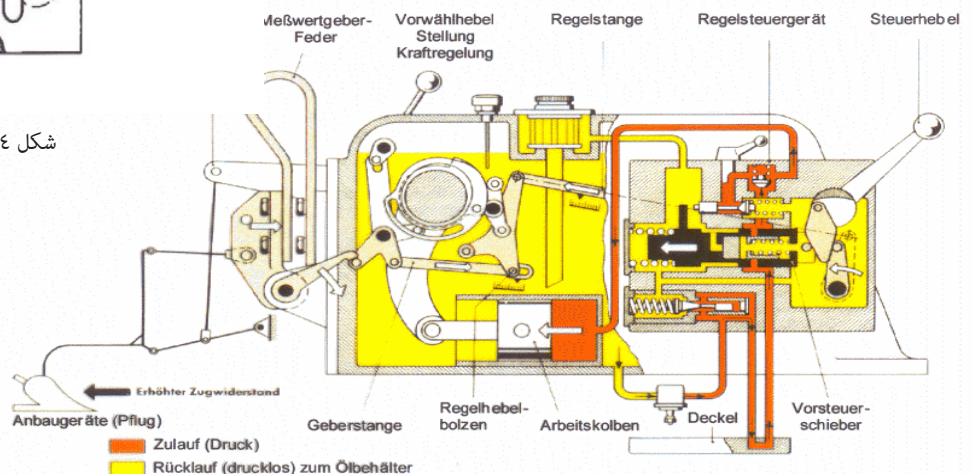
راننده می‌تواند مقدار مورد نظر خود برای تنظیم عمق را با تنظیم مقدار نیرو، تنظیم نماید. در این حالت مدار می‌تواند عمق کار را مقدار نیروی تنظیم‌شده افزایش داده و در صورت افزایش نیروی کشش مقدار عمق را کاهش دهد. شکل (۴) اولین ایده فرگوسن برای اندازه‌گیری نیرو در بازوی بالایی تراکتور را نشان می‌دهد. این نیرو می‌تواند با استفاده از یک فنری که در انتهای بازوی وسط قرار داده‌شده اندازه‌گیری شود و مقدار جابجایی این فنر معیاری برای مقدار نیروی وارده شده به این قسمت باشد و تحرک سیستم هیدرولیک برحسب جابجایی این فنر انجام شود. شکل (۵) نشان‌دهنده راه‌حل صنعتی، تولیدشده توسط شرکت رابرت بوش در آلمان می‌باشد که چندین شرکت تولیدکننده تراکتور در اروپا از این طرح استفاده می‌کنند. این طرح می‌تواند در حالت‌های کنترل با کشش و کنترل با موقعیت در تراکتور کار کند.



شکل ۳- اصول سامانه اندازه‌گیری نیروی کشش



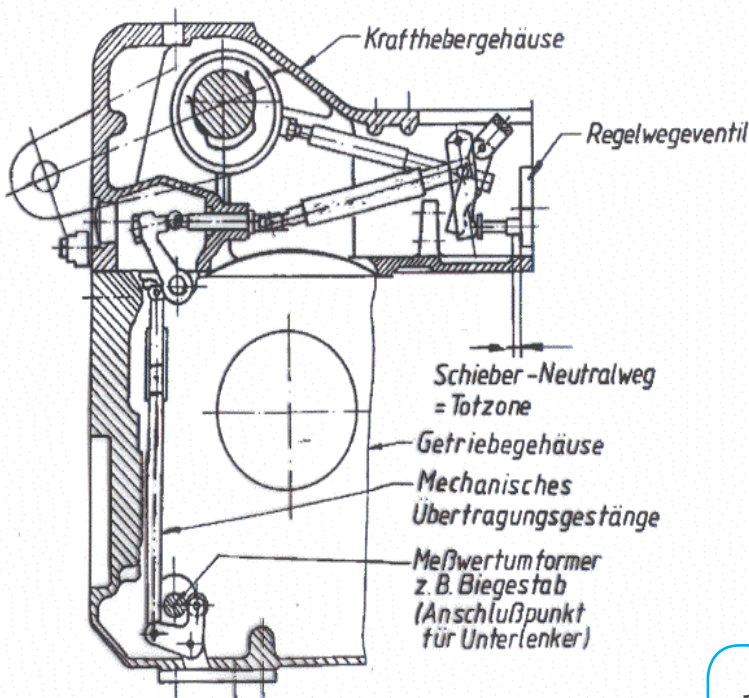
شکل ۴- سامانه کنترل کشش فرگوسن ۱۹۳۶



شکل ۵- طرح سامانه کنترل مکانیکی اتصال سه نقطه

دو مزیت این سیستم کاهش مقدار بکسوات با انتقال وزن و کاهش بار روی موتور می‌باشد. زیرا بار ثابت روی موتور باعث می‌شود که موتور همیشه در حالت تمام توان خودکار کند.

برای دستیابی به نتایج مطلوب، ارتباط بین عمق کار و نیرو باید به‌طور واضح مشخص‌شده و مستقل از تغییر جهت اعمال نیرو باشد. این در مورد ادوات کوچک صدق می‌کند و در مورد ادوات بزرگ و چند خیش صحت ندارد.



شکل ۶- سامانه اندازه‌گیری نیروی کشش در بازوی پایینی اتصال سه نقطه

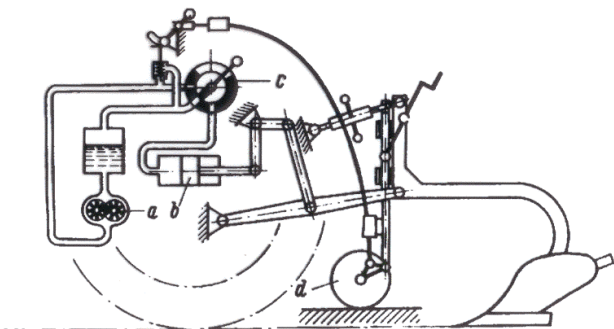
بنابراین در سیستم کنترل با کشش، متغیر کنترل‌شده از اندازه‌گیری نیرو در بازوی میانی به اندازه‌گیری نیرو در بازوی پایینی سیستم اتصال سه نقطه تغییر داده شد. شکل (۶). برای اندازه‌گیری این نیرو راه‌حل‌های متفاوتی ابداع شده است. یکی از مضرات اندازه‌گیری سیستم این است که با تغییر شرایط خاک عمق کار به‌طور فزاینده‌ای تغییر می‌کند. برای بهبود این امر، جان دبیر مکانیزمی را ابداع نمود که در آن امکان محدود نمودن عمق کار میسر گردید و بنام مکانیزم کنترل با عمق و کشش معرفی شد.

کنترل کشی - کنترل نیرو در بازوهای اتصال سه نقطه

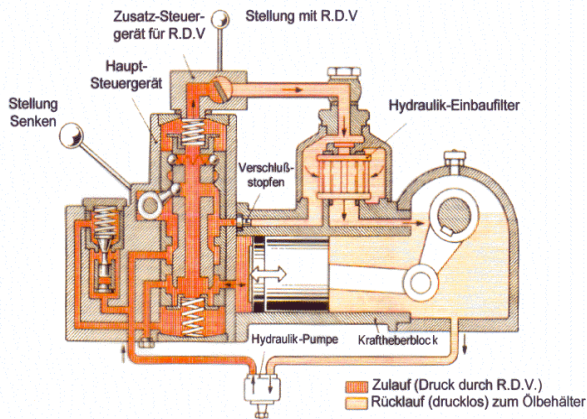
کنترل با کشش در کشور آمریکا پس از جنگ جهانی دوم ابداع شد. در آمریکا تنها فورد برای چندین سال از یک سامانه متغیر که به نام نمایش بار معروف شد استفاده کرد. این سیستم مکانیکی مقدار گشتاور موجود

در محور عقب تراکتور را اندازه‌گیری نمود و با استفاده از آن عمق شخم را کنترل کرد. به‌گونه‌ای که برای ثابت نگه‌داشتن عمق کار مقدار گشتاور موجود در محور در عقب تراکتور ثابت نگه‌داشته شد. مشکل این مکانیزم این بود که عمق کار در پستی و بلندی‌های مزرعه تغییر کرد. در کشور آلمان دو نوع راه‌حل برای این مشکل پیشنهاد گردید. اولی تحت عنوان سیستم "Hanomag-Pilot" معرفی شد که تراکتورهای تولیدشده Hanomag در آلمان مورد استفاده قرار گرفت. شکل (۷).

ایده اصلی اندازه‌گیری و کنترل عمق کار شخم بود. این کار با استفاده از یک چرخ انجام شد. این سیستم مکانیکی (عمق-سیگنال) با استفاده از یک کابل به سیستم مدار بسته هیدرولیک انتقال داده شد. مشکل اصلی در این طرح نیز وجود اصطکاک مکانیکی بود. بنابراین عمر این طرح نیز تنها به چند سال کوتاه شد. برخی دیگر از شرکت‌های آلمانی طرح دیگری را ابداع نمودند که تحت عنوان "Wheel-Force-Amplifier" معروف گردید. این طرح با استفاده از یک مدار کنترل هیدرولیک باز انجام شد که با تنظیم دستی مسیر عبور روغن از سوپاپ روغن میسر گردید. شکل (۸).



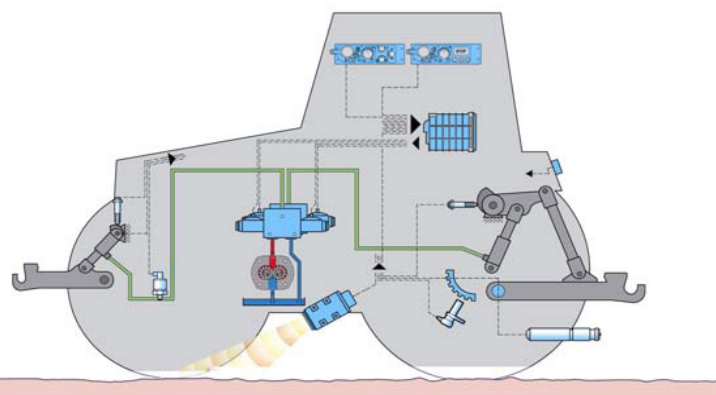
شکل ۷- سامانه پیشنهادی Hanomag برای کنترل عمق کار



شکل ۸- کنترل فشار روغن بوش

در این سیستم عمق کاری ثابت نگه‌داشته شد و انتقال بار موردتوجه قرار گرفت. اما ادامه یافتن جریان انتقال روغن مشکل گرمایش به وجود آمد. در نهایت در شرکت‌های تولیدکننده تراکتور در کشورهای غربی سامانه کنترل کشش فرگوسن موردتوجه قرار گرفت و روی تراکتورها نصب گردید.

راه‌حل تکنیکی MHR, SHR, HER



شکل ۹- سامانه کنترل الکترو هیدرولیکی ارائه شده توسط رابرت بوش

در اوایل استفاده از کنترل اتصال سه نقطه تراکتور هیچ تردیدی در کارایی این سیستم وجود نداشت. این یک سیستم هیدرومکانیکی (MHR) بود. زیرا به دلیل رقابت در بین تولیدکنندگان تراکتور، درستی کارایی این سیستم به اثبات رسیده بود. با معرفی اندازه‌گیری نیرو از طریق بازوی پایینی در سیستم‌های کنترل کشش و کنترل موقعیت، این قسمت از تراکتور دچار تغییر و تحولات پیچیده‌ای شد و مسائل زیادی برای اندازه‌گیری دقیق نیروی کشش در این روش به وجود آمد.

محققان در منابع و شرکت‌های مختلف در ادامه تحقیقات خود یک

سامانه جدید تحت عنوان سامانه الکترو هیدرولیک معرفی کردند که تحت عنوان EHR معروف گردید. این سامانه توسط رکس روت توسعه داده شد و توسط شرکت برداشت محصولات کشاورزی بین‌المللی مورد بهره‌برداری قرار گرفت. امروزه از سیستم MHR در تراکتورهای کوچک و از EHR در تراکتورهای بزرگتر از 70 KW استفاده می‌شود. البته این سامانه امروزه به سمت استفاده در تراکتورهای کوچک نیز سوق داده می‌شود. شکل زیر تصویری از سامانه EHR را نمایش می‌دهد که توسط شرکت رابرت بوش در کشور آلمان توسعه داده شده است.

اما باید به این نکته توجه کرد که اولین فردی که این سامانه را معرفی نمود مسی فرگوسن در آمریکا و در سال ۱۹۷۸ بود. سامانه EHR می‌تواند بر پایه استفاده از پیشرفته‌ترین ابزارهای الکترونیک مورداستفاده قرار گیرد. این بدان معنی می‌باشد که در این سامانه می‌تواند با ابزارهای دقیق الکترونیکی مقادیر دقیق نیرو، عمق، فشار سیستم هیدرولیک و سرعت واقعی تراکتور با استفاده از رادار را اندازه‌گیری نمود. از مزایای دیگر این سامانه می‌توان به انعطاف‌پذیری، نمایش پارامترها و روش انتقال داده با استفاده از تکنولوژی CAN/Bus اشاره کرد.

این امکانات منتهی به استفاده از سامانه‌های کنترلی متعددی در تراکتور شده‌اند که در زیر به چند نمونه از آنها اشاره شده است:

- ☞ کنترل بکسوات
- ☞ میرایی نوسانات فعال
- ☞ اندازه‌گیری فشار تایر برای انتقال وزن
- ☞ سامانه تسطیح جانبی
- ☞ سامانه عیب‌یابی
- ☞ برقراری ارتباط به روش الکترونیکی

پیشرفت‌های آینده

روش‌ها معمول برای حل مسائل دارای طول عمر محدودی می‌باشند. اما سامانه الکتروهیدرولیک برای کنترل ادوات در تراکتور آینده و ماندگاری طولانی خواهد داشت. زیرا این سامانه می‌تواند پاسخگوی مسائل زیادی در زمینه اتصال سه نقطه در تراکتور باشد و مزایای متعددی را از این سامانه شاهد باشیم.

سامانه اتصال سه نقطه در تراکتور یک ایده بسیار جالب و مفید برای اتصال ادوات به تراکتور بوده است. اما اتصالات مکانیکی یا دارای طول زیاد می‌باشند و یا اینکه تنظیم آنها به صورت دستی می‌باشد. در ادوات نیمه سوار یا ادوات بزرگ انتقال نیرو به صورت بهینه انجام نمی‌شود. این‌گونه ادوات معمولاً بدون استفاده از بازوی وسط مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگر بازوی وسط در این‌گونه ادوات مورد استفاده قرار گیرد می‌توان با تنظیم فشار هیدرولیک موقعیت ادوات را تنظیم نمود. (شکل ۱۰).

روش دیگر که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرد کنترل مستقل چرخ در گاوآهن‌ها نیمه سوار و در بوم‌های پاشش می‌باشد.



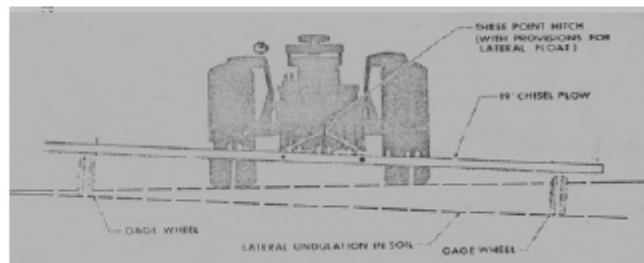
Load-transfer with semimounted ploughs



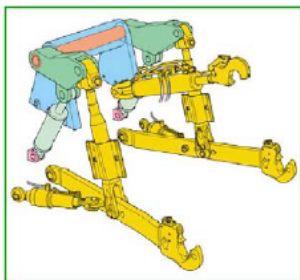
Plough-entering at headland



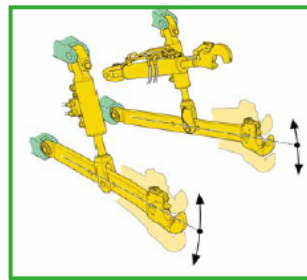
Lateral control of implements



شکل ۱۰- کنترل ادوات سنگین و نیمه سوار



Mechanical linkage with hydraulic topline

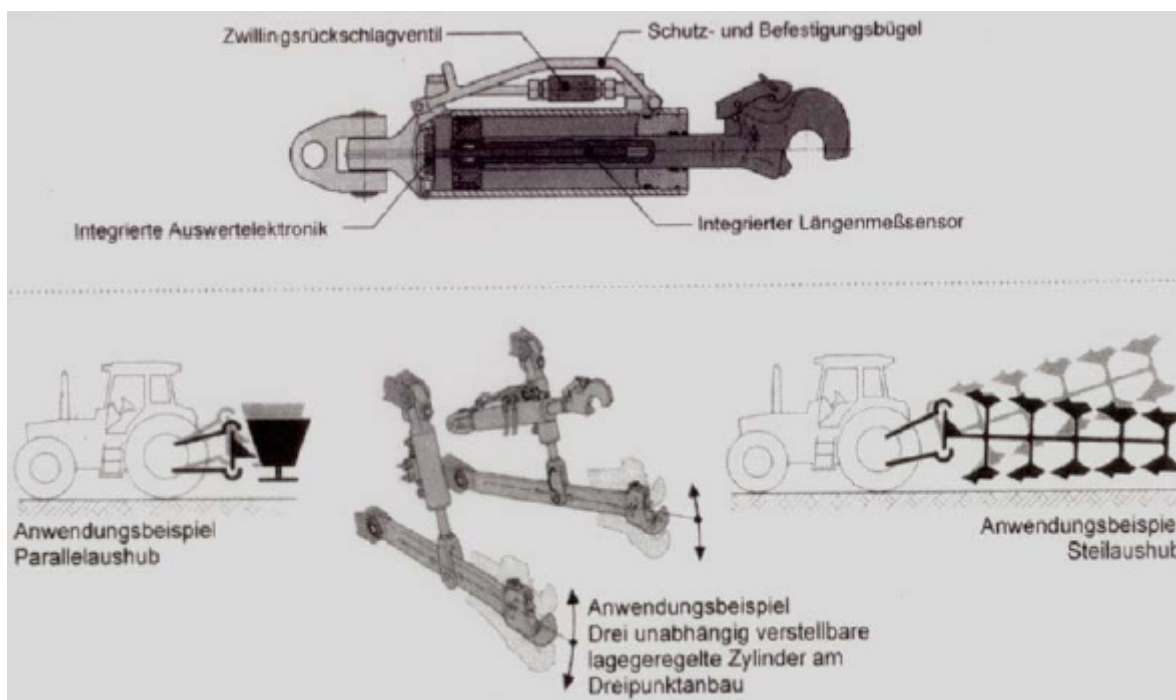


Three individual controlled hydraulic cylinders

شکل ۱۱- بازوهای اتصال سه نقطه انعطاف پذیر

محقق بنام والترشید در کشور آلمان ایده‌ی جدیدی برای بازوهای اتصال سه نقطه انعطاف‌پذیر پیشنهاد داد که با استفاده از سامانه الکتروهیدرولیک می‌توان موقعیت آنها را تنظیم نمود. (شکل ۱۱) این سامانه را نشان داده است.

قابلیت انعطاف و کنترلی بودن این طرح به ادوات مختلف این امکان را داده است که در شرایط مختلف کاری امکان نصب و کار کردن با این بازوها فراهم شود. (شکل ۱۲). با این تغییرات مفید و جدید چالش‌های جدیدی در کشاورزی دقیق پیش رو خواهیم داشت که با کمترین انرژی مصرفی بهترین عملکرد کاری را خواهیم داشت.



شکل ۱۲- نحوه‌ی استفاده از بازوهای اتصال سه نقطه انعطاف پذیر

منابع

1. Ferguson, H. G. : Apparatus for coupling agricultural implements to tractors and automatically regulating the depth of work
Patent GB No. 253566 (1925)
2. Hesse, H.: Rückblick auf Entwicklungsschwerpunkte der Traktorhydraulik
O + P Oelhydraulik und Pneumatik 43 (1999)
3. Seifert, A.: Ölhydraulische Kraftheber für den Ackerschlepper
Grundlagen der Landtechnik 1 (1951) S. 45 – 60
4. Hesse, H. und R. Möller: Untersuchung eines Systems zur Triebachslasterhöhung bei Ackerschleppern
Grundlagen der Landtechnik 19 (1969) Nr.4, S. 119 – 122



باتری هایی برای آینده

دو هفته‌نامه‌ی ساینس‌نیوز در شماره‌ی ۲۱ ژانویه‌ی ۲۰۱۷ مقاله‌ای به نام «Better Batteries Charge Forward» منتشر کرده است. این مقاله به فناوری‌هایی در ساخت باتری‌ها اشاره کرده که اکنون در مرحله‌ی توسعه قرار دارند و به نظر می‌رسد که در آینده‌ای نزدیک بعضی از آن‌ها بتوانند به طور کامل تجاری‌سازی شوند. فناوری‌هایی که برای ایجاد تحول در زندگی جامعه‌ی بشری و هدایت او به سوی آینده‌ی وابسته به الکتریسیته ضروری هستند. در ادامه می‌توانید ترجمه‌ی این مقاله را تحت عنوان «باتری‌هایی برای آینده؛ چگونه فناوری ذخیره‌ی انرژی دگرگون می‌شود؟» بخوانید.

شارژدهی طولانی‌مدت باتری دستگاه‌های الکترونیکی آرزوی همگی ماست. باتری گوشی‌های همراه و لپ‌تاپ‌های ما تقریباً هر شب باید شارژ شوند. کسانی که صاحب خودروی برقی هستند باید حسابی حواسشان جمع باشد که به موقع آن را شارژ کنند و با باتری خالی وسط جاده گرفتار نشوند. ما در خانه برای هر کدام از دستگاه‌هایمان یک شارژر مجزا داریم. گاهی اوقات شارژ شبانه‌ی همگی آن‌ها باعث می‌شود که آرزو کنیم ای کاش باتری‌های ما می‌توانستند هفته‌ها و ماه‌ها شارژ داشته باشند.

پژوهشگرانی که در زمینه‌ی بهبود عملکرد باتری‌ها کار می‌کنند معمولاً کمتر به فکر گجت‌های الکترونیکی روزمره‌ی ما هستند. آن‌ها خیلی کلان‌تر به قضیه نگاه می‌کنند و در این اندیشه‌اند که روزی بتوانیم به کمک باتری‌های ارزان و پرظرفیت از شر سوخت‌های فسیلی خلاص شویم. با باتری‌های پرظرفیت قدرمندی که خیلی زود شارژ می‌شوند می‌توانیم خودروها و کامیون‌های بنزینی و گازویی را کنار بگذاریم و به سراغ وسایل نقلیه‌ی برقی برویم. وسایل نقلیه‌ای که نه آلودگی هوا تولید می‌کنند و نه آلودگی صوتی. حتی هواپیماها هم می‌توانند برقی شوند. اگر بتوانیم باتری‌های ایده‌آل خود را بسازیم، با خیال راحت استفاده از انرژی خورشیدی و بادی را گسترش می‌دهیم چرا که مطمئنیم وقتی آفتاب نمی‌تابد یا باد با قدرت کافی نمی‌وزد هم انرژی ذخیره شده‌ی کافی برای تامین نیاز خانه‌هایمان داریم.



اختراع یک باتری بهتر می‌تواند باعث جهشی بزرگ در فناوری و البته رشد سریع جامعه شود. درست مثل همان جهشی که باتری‌های لیتیوم-یون ایجاد کردند. باتری‌های لیتیوم-یون از اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ مرسوم شدند و تقریباً دو برابر بهترین باتری‌های زمان خود ظرفیت داشتند. آن‌ها توانستند فناوری ارتباطات و نحوه‌ی تعامل مردم با یکدیگر را متحول کنند.

پژوهشگران امیدوارند با رسیدن به فناوری‌های نوین در ساخت باتری بتوانند آینده‌ای کاملاً وابسته به برق برای تمدن انسان رقم بزنند.

«جورج کِزبتری» (George Crabtree) که یک دانشمند علم مواد و مدیر مرکز مشترک پژوهش در زمینه‌ی ذخیره‌ی انرژی در آزمایشگاه ملی آرگون در ایلینوی است می‌گوید: «کاری که باتری‌های لیتیوم-یون با دستگاه‌های الکترونیکی شخصی انجام دادند یک تحول بود.» او که پژوهش در زمینه‌ی باتری‌ها در دهه‌ها دانشگاه آمریکا را هماهنگ می‌کند، ادامه می‌دهد: «گوشی‌های همراه (به لطف باتری‌های لیتیوم-یون) نه تنها تلفن‌های خانگی را برای بسیاری منسوخ کردند بلکه دوربین‌ها و اینترنت را به دست میلیون‌ها نفر رساندند.» این جهش بزرگ یک شبه رخ نداد و «نتیجه‌ی دهه‌ها کار و گام‌های متعدد رو به جلو بود.»

باتری‌های لیتیوم-یون به خصوص برای استفاده در شبکه‌ی برق و وسایل نقلیه‌ی برقی محدودیت‌های خاص خودشان را دارند. خوشبختانه پژوهشگران دست از تلاش بر نمی‌دارند. طی ۱۰ سال گذشته، دانشگاه‌ها، شرکت‌های فناوری و تولیدکنندگان خودرو مدتها فناوری جدید در باتری‌ها بوجود آورده‌اند که باعث شده بتوانیم امیدوار باشیم نسل آینده‌ی باتری‌ها انرژی بیشتری ذخیره بکنند، بیشتر شارژ بدهند، آسان‌تر شارژ شوند و ارزان‌تر و ایمن‌تر باشند.

به نظر می‌رسد که در شرف رسیدن به نتیجه‌ی پیشرفت‌های گام به گام کوچک یک دهه‌ی گذشته هستیم. اواخر سال ۲۰۱۷ دانشمندان از مدل‌های اولیه و آزمایشی باتری‌هایی رونمایی می‌کنند که احتمالاً می‌توانند تجاری‌سازی شده و روی خط تولید بروند. بعضی از آن‌ها دارای مواد سازنده‌ی جدید مثل سولفور و منیزیم هستند. عناصری که باعث می‌شوند باتری بتواند انرژی را خیلی بهینه‌تر ذخیره کند و شارژدهی بیشتری داشته باشد. بعضی دیگر هم طراحی کاملاً جدید و انقلابی دارند.



کِزبتری می‌گوید: «این مدل‌های اولیه، باتری‌هایی برای اثبات اصول [جدید ساخت باتری] هستند، نسخه‌هایی مینیاتوری که کار می‌کنند.» تولید انبوه و تجاری این باتری‌ها بین پنج تا ۱۰ سال زمان می‌برد. کِزبتری می‌گوید که ایجاد جهش در فناوری باتری‌ها به طرز عجیبی مشکل است.

مزارع آینده کوچک و هوشمند



پهپادهای بازرس

این پهپادهای هوایی، کار نظارت بر مزرعه، تهیه نقشه و چین، بررسی تنوع محصول و خاک را به عهده دارد. با اپلیکیشن دقیقی که وجود دارد و طرح از بین بردن علف هرزها، بازده مزرعه گندم، بین ۲ تا ۵ درصد افزایش می یابد.

ربات های کشاورز

کار این ربات ها چین، کود دادن، و چین و درو کردن است. با داشتن اپلیکیشن مخصوص کوددهی، هزینه آن را تا ۹۹/۹ درصد کاهش می دهد.



داده های کشاورزی

داده های متنوع و ارزشمند بسیاری در مزرعه تولید می شود که در فضای ابری ذخیره خواهد شد. این داده ها مدارک دیجیتالی هستند که زمان لازم برای نظارت و انجام کارها را کاهش می دهند. به طور متوسط سالانه هر مزرعه ۵۵۰۰ پوند کاهش هزینه دارد.

سنسورهای بررسی سلامت

سنسورهای وصل شده به دام ها وضعیت سلامت حیوان را بررسی می کند. وقتی زمان وضع حمل حیوان و یا دوشیدن شیر فرا می رسد و یا حیوان دچار بیماری شود، این سنسورها با ارسال پیام هایی کشاورزان را آگاه می کند. این کار بازدهی را در مقدار شیر و عمر حیوان تا ۱۰ درصد افزایش می دهد.

تراکتورهای هوشمند

GPS رانندگی را کنترل می کند و انتخاب بهترین مسیر، فرسایش خاک را کاهش داده و تا ۱۰ درصد در مصرف سوخت صرفه جویی می شود.

T تولیدات صنعت اقتصاد است و کشاورزی هم یکی از مهم ترین و اصیل ترین حرفه های موجود از ابتدای تمدن بشری برای تحقق این نیاز اولیه بشر بوده است. مطابق گفته های سازمان کشاورزی و غذای (FAO) ملل متحد، با توجه به رشد جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ در مقایسه با سال ۲۰۰۶ به اندازه ۶۰ درصد بیشتر مواد غذایی نیاز داریم.

در کنار مزایایی که فناوری می تواند برای تولیدکنندگان و کشاورزان داشته باشد، منفی را نیز برای دولت ها به دنبال خواهد داشت. دگرپذیری دیجیتال و توسعه فناوری ها در تمامی بخش ها از جمله کشاورزی دارای تأثیرات شگرفی است که در ترغیب دولت ها در به کارگیری این فناوری و ابزارها بسیار مؤثر است. در ادامه مروری بر مزایایی خواهیم داشت که در نگرش دولت ها به استفاده از فناوری در صنعت کشاورزی نقش بسزایی دارد.

✓ کاهش قیمت تمام شده

✓ افزایش صادرات به جهت افزایش تولید

✓ کاهش نگرانی های ناشی از هدررفت منابع آبی در سیستم کشاورزی

✓ رونق کشاورزی و کاهش سیر صعودی مهاجرت به شهرها

✓ حفظ منابع زیست محیطی

پس از بررسی فوایدی که استفاده از فناوری در بهبود صنعت کشاورزی و مزایایی که هم برای تولیدکنندگان و هم برای مصرفکنندگان این صنعت دارد، به انواع فناوری‌ها و فناوری‌هایی که در این بخش به کار گرفته می‌شوند، نگاهی خواهیم انداخت .



حسگرها: حسگرها نقش بسیار مهمی در جمع‌آوری اطلاعات از زمین کشاورزی را بر عهده دارند؛ اطلاعاتی که توسط بسیاری از فناوری‌های دیگر برای تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال، حسگرهایی که مقدار دقیق محصولات برداشت‌شده و موجود در انبار را دارند. همچنین حسگرهایی که در درون خاک قرار می‌گیرند و میزان آب و مواد مغذی موجود در خاک را دائماً بررسی کرده و به کشاورز گزارش می‌دهند.

پهپادها: پهپادهایی که نقشه زمین کشاورزی را تهیه می‌کنند و تصاویر هوایی از وضعیت محصولات کاشته‌شده را ارائه می‌دهند.

روباتیک: ماشین‌هایی که برای اهداف مشخصی طراحی شده‌اند و تماماً خودکار هستند و جهت کاشت و برداشت محصول مورد استفاده قرار می‌گیرند.



اینترنت اشیا: حسگرهای خاک و هوا که در مزارع نصب شدند و به دستگاه‌های موبایل متصل هستند، می‌توانند تصمیمات لازم را در زمینه‌هایی همچون آبیاری جهت رسیدن به سطح مشخصی از رطوبت، استفاده مؤثر از کودها و سموم شیمیایی را به صورت هوشمند و بر اساس اطلاعات موجود بگیرند. این کار به کاهش خسارات ناشی از خطاهای انسانی کمک می‌کند.

داده‌های بزرگ: با وجود حسگرها، روبات‌ها، پهپادها و ماهواره‌ها و سایر دستگاه‌های متصل در مزرعه، حجم اطلاعاتی که تولید و مبادله می‌شود بسیار بالاست. این حجم بالای اطلاعات نیاز به فناوری داده‌های بزرگ را قطعی کرده است.

پلت‌فرم‌های تجزیه و تحلیل: با توجه به داده‌های بسیار در کشاورزی هوشمند، سیستم‌های تجزیه و تحلیل می‌توانند در مراحل رشد و برداشت محصول، پیش‌بینی‌های مفیدی ارائه دهند. به علاوه می‌توانند از جمع‌آوری اطلاعات محیطی و اطلاعات جامع در زمینه عوامل بیماری‌زای محصولات کشاورزی، به بهبود کیفیت و بهره‌وری بیشتر محصولات کشاورزی کمک کنند. همچنین این پلت‌فرم‌ها با تجزیه و تحلیل نیاز و تولید بازار، به کشاورزان در برآورد بهترین زمان برای عرضه محصولات جهت دستیابی به سود بیشتر کمک می‌کنند.

مکانیزم انتقال اطلاعات: با در نظر داشتن این نکته که بخش بالایی از کشاورزان چه در کشورهای توسعه یافته و چه در کشورهای در حال توسعه، از دانش و علوم کشاورزی بی‌بهره‌اند و اغلب بر اساس تجربیاتشان عمل می‌کنند، لزوم دسترسی به اطلاعات به زبان‌های مختلف و با شیوه‌های بصری مانند ویدئو و تصویر بسیار مهم می‌شود. فناوری دیجیتال به کشاورزان از راه دور و با یادگیری آنلاین در تولید محصول و سلامتی آن، بسیار کمک‌کننده خواهد بود.

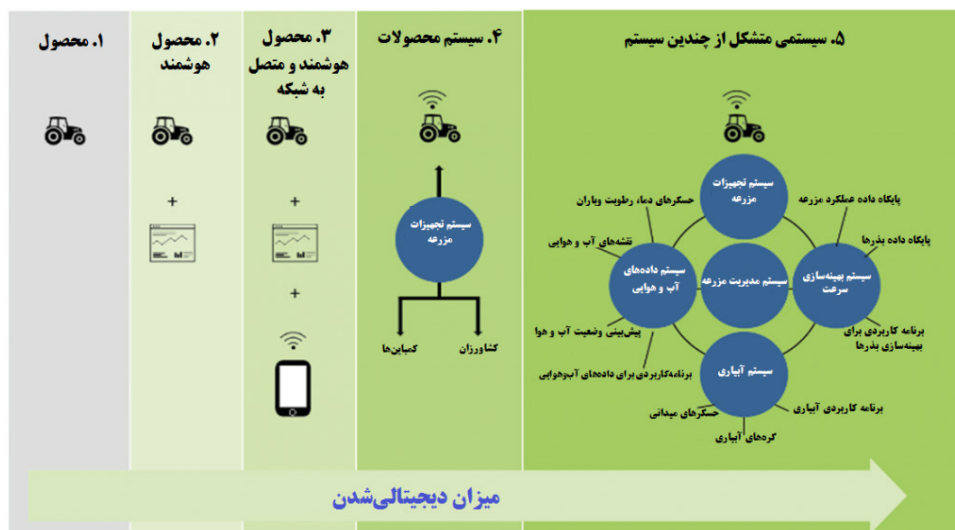
روبات گفتگو: روبات‌های گفتگو دستیاران مجازی محاوره‌ای هستند که با کاربر نهایی به طور مستقیم و خودکار در ارتباط هستند. هوش مصنوعی با کمک فناوری یادگیری ماشین و پردازش زبان طبیعی باعث تقویت چت‌بات‌ها شده و برای ارتباط با کاربر کاملاً شخصی‌سازی شده است. اگرچه چت‌بات‌ها هنوز در ابتدای راه هستند، اما صنعت کشاورزی نیز می‌تواند از این فناوری در پاسخ به سوالات، ارائه مشاوره و راهکار به افراد درگیر در این حوزه استفاده کند.

سایر فناوری‌ها همچون کلاود، فناوری 5G، دسترسی به اینترنت سریع و ارزان‌قیمت و پهنای باند نامحدود به توسعه بیشتر صنعت کشاورزی و دیجیتالی شدن آن کمک خواهند کرد.

نکته حائز اهمیت در اینجا این است که همزمان با ظهور دگردیسی دیجیتال در صنعت کشاورزی، لزوم تأمین امنیت دستگاه‌های متصل و نیز حفظ اطلاعات کاربران نیز به امری بسیار حیاتی تبدیل می‌شود.

با مرور فناوری‌های موجود و کمک‌کننده به بخش کشاورزی باید گفت که در واقع صنعت کشاورزی در آینده کاملاً متصل خواهد بود؛ ماهواره‌ها و حسگرهایی که در زمین کار گذاشته شده‌اند، اطلاعات مرتبط با وضعیت محصولات را فراهم می‌کنند. این اطلاعات به همراه سوابق و پیش‌بینی‌های وضعیت آب‌وهوا، پایگاه داده‌های مربوط به کشت محصول و تنوع محصولات و حتی اطلاعات مربوط به برنامه کاری، به کشاورز در تصمیمات روزانه‌اش کمک خواهند کرد. همچنین کشاورز در این سیستم هوشمند، هشدارهای لحظه‌ای درباره صنعت، تجارت، وضعیت سیلو و ... دریافت می‌کند.

البته باید توجه داشت که صنعت کشاورزی مسیری بسیار طولانی را تا رسیدن به این مرحله یعنی کشاورزی هوشمند طی کرده است. اگرچه هنوز کشاورزی به معنای واقعی و فراگیر، به شکل هوشمند در نیامده است اما با توجه به پیشرفت‌های فناوری، می‌توان پیش‌بینی کرد که در مدل هوشمند چه تغییراتی حاصل خواهد شد. اگر صنعت کشاورزی را از ابتدای پیدایش ماشین‌های بسیار ابتدایی که در برداشت محصول مورد استفاده قرار می‌گرفتند، در نظر بگیریم می‌توانیم در پنج مرحله کلی، روند دیجیتالی‌سازی و هوشمند شدن این صنعت را نمایش دهیم.



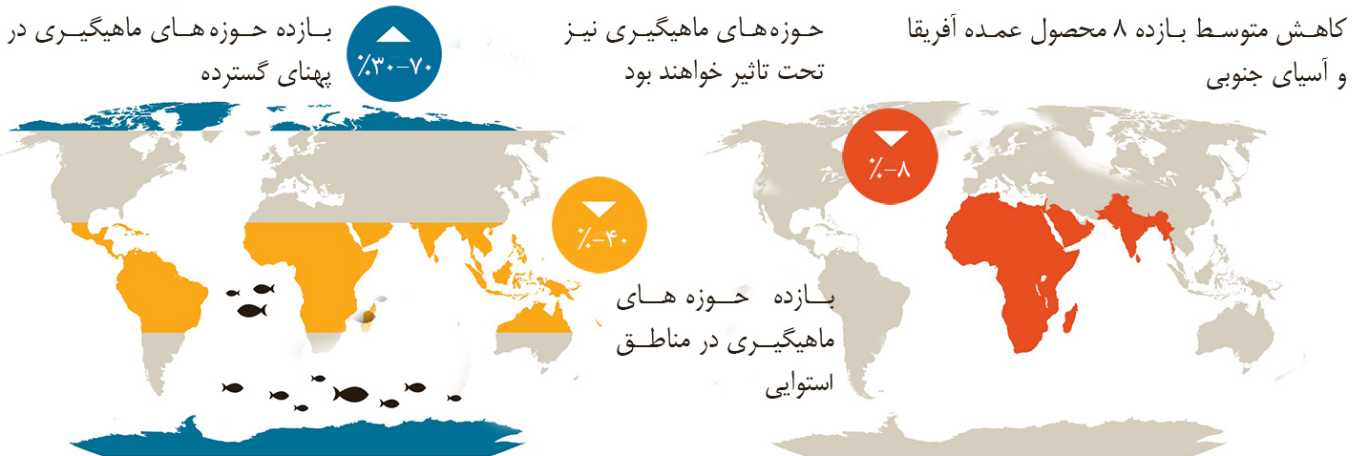
صنعت کشاورزی با درآمد ۵ تریلیون دلار، ۱۰ درصد هزینه‌های مصرف‌کننده جهانی، ۴۰ درصد از مشاغل و ۳۰ درصد از تولید گازهای گلخانه‌ای را شامل می‌شود. پیشرفت‌های دیجیتال و فناوری در حال تسخیر صنعت کشاورزی هستند؛ بهبود مواد غذایی تولیدی و کمک به بهره‌گیری مؤثر از منابع طبیعی از جمله اثرات دیجیتالی شدن کشاورزی است. به‌کارگیری حسگرها و پهپادها، اینترنت اشیا، سیستم‌های تجزیه و تحلیل و داده‌های بزرگ و در تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه‌تر در استفاده از منابع و جلوگیری از هدررفت آن‌ها کمک بسیاری می‌کند.

آینده کشاورزی و غذایی جهان در سال ۲۰۵۰

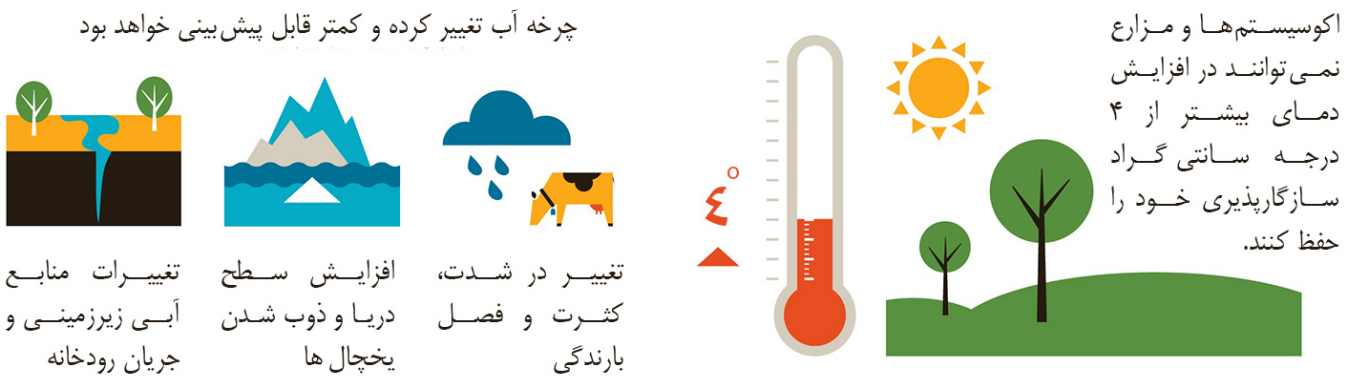


بی‌تردید در سال ۲۰۵۰ می‌توان تاثیر تغییرات آب و هوایی را بر امنیت غذایی جهان مشاهده کرد. تا آن زمان، جمعیت کره زمین به ۹ میلیارد خواهد رسید که عمدتاً در شهرها تجمع می‌یابند. در نتیجه، نیاز به غذا به طور چشمگیری افزایش خواهد یافت.

احتمال تاثیرپذیری امنیت غذایی و کشاورزی جهان بسیار زیاد است



بحران آب و گرما ممکن است از حد بگذرد



نیاز است که در نحوه تغذیه و کشاورزی خود تغییرات عمده‌ای ایجاد کنیم

برای رو به رو شدن با تغییرات آب و هوایی، نیاز است مواردی را در نظر بگیریم:



منابع

- Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A., Cochrane, K., Howden, M., Iqbal, M. M., Lobell, D., Travasso M. I. 2014. Food Security and Food Production Systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc-wg2.gov/> With data from Cheung et al 2010, Cochrane et al 2009, Knox et al 2012

گردآورنده: علی اصغر محمدزاده

خدا رو شاکر و سپاس گزاریم که فرصت آن داد و دقایق عمرمان را صرف کرد آوری یک مجموعه ای علمی کنیم که امید است باعث پیوند علمی جوامع دانشگاهی بایکدیگر باشد...

در پایان بر خود لازم می دانم از راهنمایی های ارزنده جناب آقای دکتر زنجوری است محترم دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دکتر شامعلی مدیر گروه محترم گروه بیوسستم، دکتر راضیه پوردبانی، دکتر جواد طریقی، دکتر ولی رهنوی شهبزینی، دکتر امیر حسین افکاری، خانم زکریا یوسفی و اعضای پر تلاش تیم مجله مراتب تقدیر و تشکر را داشته باشیم و یک تشکر ویژه از مهندس جواد خنت خواه به دلیل حمایت ها و دلگرمی ها شون و همچنین تقدیر و تشکر ویژه دارم از تمامی کسانی که با انواع سنگ اندازی ها ما را برای ادامه مسیر مصمم تر کردند...

علیرضا محمودی

مدیر مسئول نشریه



Green Power Journal

Mechanics of Biosystem Engineering Association

Spring 2018