



توان سبز

چاپ پنجم



نشریه علمی - تخصصی

انجمن علمی مکانیک بیوسیستم

دارای مجوز از معاونت فرهنگی دانشگاه محقق اردبیلی

بهار ۱۳۹۸

هرکس در حال طلب دانش مرکش فرا برسد، میان او و پیامبران یک درجه تفاوت باشد

حضرت علی (علیه السلام)

عنوان:

توان سبز

صاحب امتیاز:

انجمن علمی مهندسی مکانیک بیوسیستم

مشاور انجمن:

دکتر عزت الهه عسکری اصلی ارده

مدیر مسئول:

مهندس احمد جهانبخشی

سر دبیر:

مهندس جواد جنت خواه

طراح و صفحه آرا:

میثم نهاوندی – رضا رسول زاده

هیأت تحریریه:

مهندس احمد جهانبخشی

مهندس جواد جنت خواه

مهندس احسان اقدمی فر

مهندس پیمان محمدزاده

فر دین لطافتی

میلاد مرادی

پیمان چهره نواز

میثم نهاوندی

رضا رسول زاده

فهرست مطالب

- ۴ فرصت روشی نوین در کنترل کیفیت و فرآوری مواد غذایی و محصولات کشاورزی
- ۷ نقش خواص مهندسی در کنترل ضایعات از محصولات کشاورزی (مطالعه موردی: خیارچنبر)
- ۱۶ پتانسیل سنجی تولید بیواتانول از ضایعات ذرت خوشه ای
- ۱۹ ذخیره‌ی انرژی خورشید با جذب کربن دی‌اکسید از جو زمین
- ۲۱ چگونه می‌توان از ترکیب آب شور و شیرین، تولید برق کرد؟
- ۲۵ کدام کشورها بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌کنند؟
- ۲۸ نگاهی به نفوذ دستاوردهای رباتیک در صنعت کشاورزی

فراصوت روشی نوین در کنترل کیفیت و فرآوری مواد غذایی و محصولات کشاورزی



احمد جهان بخشی^۱

پیمان محمدزاده^۱

فردین لطافتی^۲

پیمان چهره نواز^۳

^۱ دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
^۳ دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه

یکی از روش‌های پیشرفته نگهداری و تبدیل مواد غذایی و کنترل فرایند استفاده از امواج فراصوت است. کاربردهای مختلف اولتراسوند در رابطه با مواد غذایی از حدود ۵۰ سال پیش شروع شده و در حال حاضر کاربرد زیادی در کنترل عملیات فرآیند مواد غذایی پیدا کرده است. در یکی از حالات این روش یک طول موج صوتی با دامنه زیاد در درون ماده مورد آزمایش منتشر شده سپس از طریق سنجش تأثیر متقابل بین طول موج و ماده، اطلاعاتی در مورد خواص ماده بدست می‌آید؛ روشی غیرحرارتی است در نتیجه ویژگی‌های فیزیکی و حسی غذا حفظ می‌شود و می‌تواند برای ارزیابی ویژگی‌های غذاها استفاده شود و همچنین زمان فرآوری کاهش یافته و در صورت ادغام با سایر روش‌ها، کارایی فرایند افزایش می‌یابد (۱).

هدف

اولتراسوند ابزار مناسبی جهت آزمایش ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی مواد غذایی بوده که به سه صورت اولتراسوند با شدت بالا، متوسط و با شدت پایین می‌باشد در این مبحث به کاربرد فراصوت در صنایع غذایی و اثرات آن در طی فرآوری و کنترل کیفیت مواد غذایی پرداخته شده است.

روش مطالعه

این مقاله با استفاده از مقالات مروری، پژوهشی و کتب علمی در مورد فراصوت (التراسوند) که ابزاری قدرتمند در فرآیند و کنترل کیفیت محصول بوده و باعث بهبود کیفیت و کاهش هزینه‌های تولید شده و دقیق و سریع می‌باشد، گردآوری شده است. بدست آوردن اطلاعاتی در رابطه با ویژگی‌های ملکولی یا میکرواستراکچر با کاربرد اولتراسوند امکان‌پذیر است.

بررسی و تفسیر منابع

تقسیم بندی امواج فراصوت بر اساس فرکانس شامل: امواج فراصوت با فرکانس پایین، فرکانس متوسط و فرکانس بالا می-باشد، امواج فرکانس پایین در محدوده ۱۰۰-۲۰ کیلو هرتز، دارای انرژی بیشتر از 10 W/cm^2 و معروف به امواج فراصوت پرانرژی یا قوی، کاربردهای امواج فراصوت فرکانس پایین شامل: خشک کردن، استخراج، کریستالیزاسیون و انجماد، گاززدایی، تشکیل امولسیون، هموژنیزاسیون، تسریع واکنش-های شیمیایی، استریلیزاسیون، تمیز کردن تجهیزات، ترد کردن گوشت می-باشد؛ جامدات تراکم ناپذیر در معرض امواج فراصوت خرد می شوند. از این رو اعمال فراصوت طی انجماد باعث خرد شدن کریستال‌ها و در نتیجه کاهش اندازه آنها می شود (۲). با انتشار امواج فراصوت در جامدات تراکم پذیر، ماده بطور متناوب فشرده و منبسط می‌شود (نظیر فشردن و رها کردن یک تکه اسفنج) این پدیده اثر اسفنجی نام دارد. چنانچه نیروهای مکانیکی ایجاد شده در اثر این پدیده، بیشتر از کشش سطحی نگهدارنده آب در لوله های موئینه موجود در ماده باشد می‌تواند باعث خروج آب از ماده شود. به هر حال، بعید به نظر می‌رسد که فراصوت به تنهایی به عنوان یک روش نگهداری استفاده شود؛ چون مقاومت بسیاری از میکروب‌ها و آنزیم‌ها خیلی زیاد است و استفاده از شدت‌های فراصوت زیاد باعث ایجاد تغییرات فیزیکی و حسی نامطلوب در غذا می‌شود. فرایندهای نگهداری فراصوتی شامل موارد زیر است: مانوسونیکاسیون: اعمال امواج فراصوت به همراه فشار، ترموسونیکاسیون: اعمال امواج فراصوت به همراه گرما، مانوترموسونیکاسیون: اعمال امواج فراصوت به همراه فشار و گرما (۳). امواج فراصوت فرکانس متوسط در محدوده ۱۰۰۰-۳۰۰ کیلو هرتز، از نظر انرژی بین امواج فرکانس پایین و بالا که واکنش‌های شیمیایی (مانند اکسیداسیون ترکیبات آلی) توسط این امواج کاتالیز می‌شوند (۴). امواج فراصوت فرکانس بالا دارای فرکانس در محدوده ۱۰-۲۰ مگا هرتز بوده و دارای انرژی کمتر از 21 W/cm^2 ، معروف به امواج فراصوت کم انرژی، غیر مخرب هستند (۵). کاربردهای آن شامل کنترل کیفیت غذاها (اندازه‌گیری غیر مخرب ویژگی‌ها)، کنترل فرایند نظیر کنترل شدت جریان سیالات و تشخیص وجود اجسام خارجی و غیره می‌باشد. وجود یا عدم وجود یک ماده در میان یک جفت مبدل یا بین یک مبدل و یک صفحه رفاکتومتر را می‌توان با اندازه‌گیری دامنه موج الکتریکی تعیین کرد. در صورتی که ماده‌ای وجود داشته باشد دامنه موج الکتریکی کاهش خواهد یافت (۴). اولتراسوند برای اندازه‌گیری اجزاء تشکیل دهنده بسیاری از مواد غذایی بکار برده شده است مانند میزان روغن مواد غذایی چرب، ترکیب شیر، غلظت قند، میزان الکل نوشیدنی‌های الکلی، اندازه‌گیری هوا در مواد غذایی حجیم شده، غلظت نمک در آب نمک و غلظت‌های بیوپلی‌مرها در ژل‌ها و محلول‌های آبی (۶).

تعدادی دستگاه تجارتي برای درجه بندی کیفیت گوشت وجود دارد. این کاربرد بر اساس اندازه‌گیری فواصل زمانی بین پالس‌های اولتراسونیک منعکس شده از مرزهای میان لایه‌های چربی، بافت گوشت بی‌چربی و استخوان است مزیت این تکنیک ارزان بودن نسبی آن، کاربرد آسان آن و پیش‌بینی کیفیت گوشت حیوانات زنده می‌باشد (۷). همچنین به منظور تعیین ضخامت شامل تعیین سطح و وجود و یا عدم وجود مایع در تانکها، تعیین میزان مایع موجود در کنسرو، تعیین ضخامت پوشش‌های فرآورده‌های قنادی مانند ضخامت لایه شکلات در شیرینی جات و تعیین پوسته تخم مرغ می‌باشند (۸).

نتیجه گیری و پیشنهادات

از امواج فراصوت (اولتراسوند) با شدت پایین به عنوان روش تجزیه‌ای در تهیه اطلاعات مربوط به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد غذایی استفاده می‌شود که به این تکنیک غیر مخرب گویند و از آن می‌توان در اندازه‌گیری ضخامت، تشخیص جسم خارجی، تعیین ترکیبات، اندازه ذرات و غیره استفاده کرد. در حالیکه امواج فراصوت با شدت بالا به عنوان ابزاری در تغییر ویژگی‌های مواد غذایی نظیر هموژنیزه کردن، تمیز کردن، استریل کردن، حرارت دادن، امولسیفیه کردن، مهار فعالیت آنزیم‌ها و میکروبها و متلاشی کردن سلول، اصلاح کریستالیزاسیون و غیره استفاده می‌شود. کاربرد دیگر اولتراسونیک در تعیین میزان تردی بیسکویت و تعیین بافت لایه‌های ویفر است زیرا اندازه‌گیری با این روش سریع و غیر تخریبی می‌باشد (۹).

از طریق اولتراسونیک تعیین غلظت و اندازه ذرات در امولسیون‌ها و سوسپانسیون‌های غذایی نظیر اندازه ذرات و قطرات میسل‌های کازئین، امولسیون‌های روغن در آب امکان‌پذیر است. از مزایای این روش این است که می‌تواند برای سیستم‌هایی که از لحاظ نوری کدر هستند، محیط‌های تغلیظ شده و غیر هادی الکتریسیته بکار رود (۶). در نتیجه انتظار می‌رود در آینده فراصوت هم به عنوان یک ابزار اصلی تحقیق در تهیه اطلاعاتی راجع به رابطه بین خواص فیزیکی و شیمیایی غذاها با ویژگی‌های ملکولی ساختمانی آنها و هم به منظور بررسی مداوم و بهتر کیفیت و خواص مواد غذایی در طی تولید و نگهداری آن کاربرده فزاینده‌ای داشته باشد.

منابع

- 1) Zheng, L & Sun, D.W. (2006). Innovative applications of power ultrasound during food freezing processes—a review. Trends in Food Science & Technology, Volume 17, Issue 1, PP. 16-23
- 2) Chemat, F., Huma, Z.E & Kamran Khan, M. (2011). Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. Ultrasonics Sonochemistry, Volume 18, Issue 4, PP. 813-835
- 3) Haggström, E & Luukkala, M. (2011). Ultrasound detection and identification of foreign bodies in food products. Food Control, Volume 12, Issue 1, PP. 37-45
- 4) Nyborg, W.L. (2001). Biological effects of ultrasound: Development of safety guidelines. Part II: General review. Ultrasound in Medicine & Biology, Volume 27, Issue 3, PP. 301-333
- 5) Christopher, D.A., Burns, P.N., Starkoski, B.G & Foster, F.S. (1997). A high-frequency pulsed-wave Doppler ultrasound system for the detection and imaging of blood flow in the microcirculation. Ultrasound in Medicine & Biology, Volume 23, Issue 7, PP. 997-1015.
- 6) Soria, A.C & Villamiel, M. (2010). Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review. Trends in Food Science & Technology, Volume 21, Issue 7, PP. 323-331
- 7) Barnett, S.B., Ziskin, M.C & Maeda, K. (1997). The sensitivity of biological tissue to ultrasound. Ultrasound in Medicine & Biology, Volume 23, Issue 6, PP. 805-812.
- 8) Aarnio, J., Clement, G.T & Hynynen, K. (2005). A new ultrasound method for determining the acoustic phase shifts caused by the skull bone. Ultrasound in Medicine & Biology, Volume 31, Issue 6, June 2005, PP. 771-78
- 9) Jambrak, A.R., Lelas, V & Badanjak, M. (2009). Physical properties of ultrasound treated soy proteins. Journal of Food Engineering, Volume 93, Issue 4, PP. 386-393

نقش خواص مهندسی در کنترل ضایعات از محصولات کشاورزی (مطالعه موردی: خیارچنبر)



احمد جهان بخشی^۱

میلاذ مرادی^۲

رضا رسول زاده^۲

^۱دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
^۲دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی در تعیین کیفیت، کاهش صدمات احتمالی ناشی از حمل و نقل، تمیزکردن، جداکردن و در نهایت طراحی تجهیزات مربوط به فرآوری نقش موثری دارد. در این تحقیق برخی خواص فیزیکی و مکانیکی خیارچنبر تحت شرایط استاندارد اندازه‌گیری شد. خواص فیزیکی شامل: طول، عرض، ضخامت، قطر میانگین هندسی و حسابی، کرویت، مساحت سطح، نسبت رعنائی، جرم، حجم و جرم حجمی اندازه‌گیری شدند. خواص مکانیکی نمونه‌ها در هنگام فشار (لهیدگی)، خمش (شکست) و برش خیارچنبر از وسط بعد طولی آن به وسیله ماشین اینسترون Zwick/Roell تحت استانداردهای لازم در ۳ تکرار اندازه‌گیری گردید. طول، عرض، ضخامت، حجم، سطح رویه و چگالی از جمله مشخصه‌هایی فیزیکی هستند که در بسیاری از مسائل مربوط به طراحی یک ماشین مخصوص یا تحلیل رفتارهای حاصله در انتقال مواد دارای اهمیت می‌باشد. در بررسی خواص مکانیکی حداکثر نیروی لازم برای آزمون‌های فشار، خمش و برش خیارچنبر به ترتیب برابر ۳۰۹/۶۶، ۴۴/۴ و ۳۳/۶۶ نیوتن به دست آمد. اطلاعات بدست آمده از این تحقیق می‌تواند در طراحی، بهینه‌سازی، تجهیزات فرآوری، حمل و نقل، جداسازی و بسته‌بندی خیارچنبر مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: خیارچنبر، خواص فیزیکی، خواص مکانیکی.

مقدمه

خیارچنبر با نام علمی *Cucumis melo var. flexocus*، میوه‌ای است شبیه خیار و از خانواده‌ی طالبی است. خیارچنبر از دسته میوه‌هایی است که استفاده از آن به نسبت خیار بوته‌ای کمتر است. طبع خیارچنبر سرد و تر می‌باشد و بیشتر در فصل تابستان کشت می‌شود. این میوه برای شفاف شدن پوست و دفع سنگ کلیه بسیار مفید است (دارایی‌زاده، ۱۳۹۳). پژوهشکده بیوتکنولوژی وزارت جهاد کشاورزی اعلام کرده است که در ایران بیش از ۱۷ درصد از ۱۰۶ میلیون تن محصولات کشاورزی در مراحل مختلف تولید تا عرضه به ضایعات تبدیل می‌شود و ۷ درصد آن نیز در مغازه و منزل به علت نامناسب بودن بسته‌بندی و روش‌های نگهداری از بین می‌رود (رضایی، ۱۳۸۷).

یکی از راهکارهای کاهش ضایعات بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی است. خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی در تعیین کیفیت، کاهش صدمات احتمالی ناشی از حمل و نقل، تمیزکردن، جداکردن و در نهایت طراحی تجهیزات مربوط به فرآوری نقش موثری دارد (Ghaffari et al, ۲۰۱۵; Janakbakhshi et al, ۲۰۱۶).

در تحقیقی در مصر برخی خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز مورد مطالعه قرار گرفت. این خواص شامل ابعاد، میانگین قطر هندسی و حسابی، سطح رویی، حجم، وزن، دانسیته ظاهری، ضریب استاتیک ایستایی، زاویه غلتش، نیروی خورد شدگی و تست سوراخ بود (Bahnasawy et al, ۲۰۰۴). خواص فیزیکی چهار رقم پرتغال در تحقیقی مورد مطالعه قرار گرفت.

خواصی مانند قطر اصلی، قطر هندسی، ضریب کرویت، جرم، چگالی و حجم اندازه‌گیری شد. نتایج حاکی از معنادار بودن تفاوت در خواص فیزیکی و غذایی بر اساس وارسته بود (Topuz et al, 2005). حجم و چگالی محصول‌های کشاورزی اهمیت زیادی در فرآیندهای مختلف و در ارزیابی کیفیت محصول از جمله تعیین رسیدگی میوه‌ها دارد (Sitkei, 1986). در تحقیقی خواص مکانیکی مانند مقاومت کششی، انرژی برشی پوست، نقطه تسلیم و انرژی برشی پرتغال اندازه‌گیری شد. میزان نیروی تسلیم در بارگذاری افقی و عمودی ۱۳۸/۸ و ۱۵۳/۳ نیوتن گزارش نمودند (Singh and Reddy, 2006). پراساد و گوپتا (1975) در تحقیقی به بررسی نیرو و انرژی برشی ساقه ذرت پرداختند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد، که در برش مستقیم با افزایش سرعت، مقاومت و انرژی برشی کاهش می‌یابد. انسه و همکاران (2005)، در تحقیقی خواص خمشی و برشی ساقه آفتابگردان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد با افزایش رطوبت مدول الاستیسیته و مقدار تنش خمشی کاهش و استحکام برشی و انرژی برشی افزایش گردید.

تا کنون مطالعاتی متعددی در مورد خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات گوناگون کشاورزی مانند گیلاس (Demir and Kalyoncu, 2003)، زردآلو (Hacıseferogullari et al, 2007; Hassan-Beygi, 2009)، توت-فرنگی (Ozcan and Hacıseferogullari, 2007)، گوجه-فرنگی (Taheri-Garavand et al, 2011)، گلابی (Kabas et al, 2006)، سیب (Kheiralipour et al, 2008)، پرتقال (Topuz et al, 2005)، انبه (Jha et al, 2006)، سیب-زمینی (Wright and Splinter, 1968) و کنگر (Jahanbakhshi et al, 2016) گزارش شده است.

مواد و روش‌ها

تعیین خصوصیات فیزیکی

آزمایش‌های این تحقیق در مرداد ماه ۱۳۹۵ در آزمایشگاه ابزار دقیق، دانشگاه ایلام، ایران انجام شد. نمونه‌های مورد آزمایش به صورت تصادفی از مزرعه انتخاب و از نظر میزان رسیدگی در شرایط یکسانی بودند. سپس به صورت دستی تمیز و در محیطی با دمای ۱۲ - ۱۱ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و حدود ۱ ساعت پیش از انجام آزمایشات از محیط انبار به محل آزمایشگاه انتقال داده شدند (Jahanbakhshi et al, 2016). برای تعیین محتوای رطوبتی از روش استاندارد هوای گرم آون (مدل Memmert UNE 500) استفاده گردید. برای این منظور نمونه‌های ۲۰ گرمی در ۳ تکرار به مدت ۲۴ ساعت درون آون با دمای 75 ± 2 درجه سلسیوس قرار داده شدند (Doymaz, 2007). برای اندازه‌گیری وزن نمونه‌ها قبل و بعد از قرار گرفتن در آون از ترازوی دیجیتالی (مدل USA, GF600) با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده شد. رطوبت خیارچنبر بر مبنای-تر با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد (Moghadam and Kheiralipour, 2015).

که در آن:

$$MC = \frac{M_w - M_d}{M_w} \times 100 \quad (1)$$

MC رطوبت اولیه محصول بر پایه تر بر حسب درصد

Mw وزن اولیه نمونه‌های خیار چنبر بر حسب گرم

Md وزن نهایی نمونه‌های خیار چنبر بر حسب گرم

همه خواص فیزیکی بر روی ۵۰ نمونه خیارچنبر بررسی گردید (شکل ۱).



شکل ۱- میوه خیار چنبر

ابعاد خیارچنبرها (طول L ، عرض W و ضخامت T) به وسیله کولیس دیجیتال (مدل DC-515، Taiwan) با دقت 0.01 میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. سپس قطر میانگین هندسی، قطر میانگین حسابی و درصد کرویت از رابطه‌های ۲ تا ۴ محاسبه گردید (Mohsenin, 1986).

$$D_g = \sqrt[3]{L \cdot W \cdot T} \quad (2)$$

$$D_a = \frac{L+W+T}{3} \quad (3)$$

$$\phi = \frac{D_g}{L} \times 100 \quad (4)$$

که D_g قطر میانگین هندسی، L طولانی‌ترین عرض از مبدأ، W طولانی‌ترین عرض از مبدأ معمول عمود بر L و T طولانی‌ترین عرض از مبدأ معمول عمود بر W می‌باشد. D_a قطر میانگین حسابی و ϕ کرویت خیارچنبرها می‌باشد. مساحت سطح رویه S و نسبت رعنایی R_a ، خیارچنبرها نیز از رابطه ۵ و ۶ به دست آمد (Mohsenin, 1986).

$$S = \pi D_g^2 \quad (5)$$

$$R_a = \frac{W}{L} \quad (6)$$

جرم خیارچنبرها توسط يك ترازوي دیجیتالی (مدل USA ,GF100) با دقت 0/01 گرم اندازه‌گیری شد. برای تعیین حجم خیارچنبرها از روش پلات فرم استفاده گردید (Mohsenin, 1986). بدین منظور نمونه‌ها به کمک یک گیره پایه‌دار در داخل بشری که روی ترازو قرار داده شده بود غوطه‌ور شده، قرائت دوم ترازو با میوه غوطه‌ور در آب منهای وزن ظرف و آب برابر است با وزن آب جابه‌جاشده که در عبارت زیر جایگذاری شده و حجم خیارچنبرها با استفاده از رابطه ۷ محاسبه می‌شود.

$$V = \frac{W_w}{\rho_w} \quad (7)$$

$$\rho_t = \frac{M}{V} \quad (8)$$

جرم حجمی خیارچنبرها از رابطه ۸ به دست آمد (Mohsenin, 1986).

که W_w جرم حجم آب جابجا شده، ρ_w جرم حجمی آب، ρ_t جرم حجمی واقعی، M جرم و V حجم خیارچنبرها است.

تعیین خصوصیات مکانیکی

برای تعیین ویژگی‌های مکانیکی خیارچنبر سه تست، فشار (لهیدگی)، شکست (خمش) و برش مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از دستگاه اینسترون Zwick/Roell (مدل Z 0/5)، استفاده گردید (شکل ۲). برای تست لهیدگی از یک پراپ فشاری گرد و برای تست خمش از پراپ سه نقطه‌ای تحت بارگذاری عمودی بر اساس

استاندارد ASTM D 790-03 و برای تست برش از تیغه لبه صاف به ضخامت 1/4 میلی‌متر و زاویه تیغه 30 درجه بر اساس استاندارد DIN 53294 در دمای اتاق و با سرعت تست 20 میلی‌متر بر دقیقه استفاده شد. دستگاه اینسترون همزمان به رایانه متصل بوده و داده برداری صورت می‌گرفت. هر یک از آزمون‌ها در 3 تکرار انجام گرفت.



رطوبت خیارچنبر برابر ۷۶/۲ درصد بر مبنای تر محاسبه شد. خواص فیزیکی اندازه‌گیری شده میوه خیارچنبر در جدول (۱) گزارش شده است. میانگین طول، عرض، ضخامت، قطر میانگین هندسی، قطر میانگین حسابی، مساحت سطح، جرم، حجم خیارچنبر به ترتیب برابر ۲۹۰/۰۱، ۳۵/۸۵، ۳۵/۸۳، ۷۱/۵۶، ۱۲۰/۵۶ میلی‌متر، ۱۶۲۳۴/۴۴ میلی‌متر مربع، ۱۷۸/۳۹ گرم و ۱۸۲/۱۸ میلی‌متر مکعب محاسبه گردید. بخشی از ضایعات محصولات کشاورزی با شیوه‌های نادرست بسته‌بندی و امکانات ناکافی حمل‌ونقل در ارتباط است، بسته‌بندی باید نیازهای حمل‌ونقل و بازاریابی را برحسب وزن، اندازه و شکل محصولات کشاورزی مهیا سازد. که این امر مستلزم دانستن خواص فیزیکی محصولات کشاورزی می‌باشد. با توجه به این که مقدار طول خیارچنبر اختلاف زیادی با عرض و ضخامت آن دارد، می‌توان نتیجه گرفت خیارچنبر دارای کرویت پایینی (۰/۲۵) می‌باشد، که این ویژگی باید در طراحی سیستم‌های انتقال، جابه‌جایی و درجه‌بندی مورد توجه قرار گیرد. مقدار دانسیته حقیقی خیارچنبر برابر ۰/۹۷ گرم بر میلی‌متر مکعب به دست آمد که این خصوصیت در طراحی فرآیندهای تمیزکردن و جداسازی قابل استفاده است. جهان‌بخشی و همکاران (۲۰۱۶)، اوموبواجو و همکارانش (۲۰۰۰) و محسنین (۱۹۸۶) درباره اهمیت این خواص برای تعیین اندازه‌گیری ماشین‌ها، خصوصاً ماشین‌های جداسازی، انتقال و سورتینگ بحث و بر اهمیت آن‌ها تأکید کرده‌اند.

جدول ۱- خواص فیزیکی خیارچنبر

خواص فیزیکی	میانگین	بیشترین	کمترین	انحراف معیار	CV%
طول (mm)	۲۹۰/۰۱	۳۹۱/۰۸	۱۹۹/۵۶	۵۹/۱۴	۲۰/۳۹
عرض (mm)	۳۵/۸۵	۴۰/۱۲	۲۸/۹۵	۳/۸۵	۱۰/۷۳
ضخامت (mm)	۳۵/۸۳	۴۰/۱۱	۲۸/۹۴	۳/۸۴	۱۰/۷۱
قطر میانگین هندسی (mm)	۷۱/۵۶	۸۱/۸۱	۵۵/۰۹	۷/۱۹	۱۰/۰۴
قطر میانگین حسابی (mm)	۱۲۰/۵۶	۱۵۰/۳۴	۸۵/۸۱	۱۹/۸۶	۱۶/۴۷
کرویت %	۰/۲۵	۰/۳۱	۰/۱۸	۰/۰۳	۱۲
مساحت سطح (mm ²)	۱۶۲۳۴/۴۴	۲۱۰۱۷/۷۵	۹۵۲۹/۶۴	۳۱۳۹/۱	۱۹/۳۳
نسبت رعنائی	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۰۲	۱۶/۶۶
جرم (gr)	۱۷۸/۳۹	۲۰۳/۱۳	۱۳۸/۵۶	۱۵/۸۷	۸/۸۹
حجم (mm ³)	۱۸۲/۱۸	۲۰۹/۶۷	۱۴۰/۲۳	۱۶/۷۱	۹/۱۷
جرم حجمی (gr/mm ³)	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۰۰۷	۰/۷۲

خواص مکانیکی خیارچنبر در تست فشار (لهیدگی) در جدول (۲) گزارش شده است. مقادیر میانگین خواص اندازه‌گیری شده در تست فشار (مدول الاستیسیته، حداکثر نیروی لازم برای لهیدگی خیارچنبر، تغییر شکل در هنگام اعمال حداکثر نیرو، کار انجام‌شده برای رسیدن به حداکثر نیروی لازم برای لهیدگی خیارچنبر تحت بارگذاری عمودی) به ترتیب برابر ۰/۰۰۰۰۲۷ گیگاپاسکال، ۳۰۹/۶۶ نیوتن، ۱۱/۹۶ میلی‌متر، ۱۳۴۸/۱۶ نیوتن در میلی‌متر، محاسبه گردید. این ویژگی‌ها در طراحی ماشین‌آلات و تجهیزات حین برداشت و پس از برداشت جزء اطلاعات پایه محسوب می‌شود. اغلب محصولات کشاورزی از نظر مقاومت به نیروهای فشاری، رفتار متفاوتی از خود نشان می‌دهند. به منظور کمینه سازی صدمات مکانیکی باید نیروهای فشاری ناشی از جابجایی و حمل و نقل به کمترین مقدار ممکن (کمتر از ۳۰۹/۶۶ نیوتن) کاهش یابند. سفتی بافت میوه یکی از پارامترهایی است که ممکن است تحت تاثیر بارهای استاتیکی و دینامیکی تغییر یابد و باعث کاهش کیفیت میوه شود.

مدول الاستیسیته یکی از پارامترهایی می باشد که برای تشخیص سفتی بافت میوه می توان از آن استفاده نمود. هر چه مقدار مدول الاستیسیته بالاتر باشد بافت میوه سفت تر خواهد بود. در تحقیقات مشابهی جهان بخشی و قمری (۱۳۹۴) در بررسی خواص مکانیکی آلو در تست لهیدگی مقدار مدول الاستیسیته را برابر $0/0000118$ گیگاپاسکال گزارش نمودند که در مقایسه با تحقیق حاضر می توان گفت خیارچنبر از مدول الاستیسیته بالاتری و بافت سفت تری برخوردار است.

جدول ۲- خواص مکانیکی خیارچنبر در تست لهیدگی

خواص مکانیکی (تست لهیدگی)	میانگین	بیشترین	کمترین	انحراف معیار	CV%
مدول الاستیسیته (Gpa)	0/000027	0/000029	0/000026	0/000015	5/55
حداکثر نیرو (N)	309/66	313	298	3/51	1/13
تغییر شکل (mm)	11/96	16/2	10/4	1/42	11/87
کار انجام شده (N.mm)	1348/16	1357/1	1340/98	3/06	0/22

خواص مکانیکی خیارچنبر در تست شکست (خمش) در جدول (۳) آورده شده است. مقادیر میانگین خواص اندازه گیری شده در تست خمش (مدول الاستیسیته، حداکثر نیروی لازم برای خمش خیارچنبر، تغییر شکل خیارچنبر هنگام اعمال حداکثر نیرو، کار انجام شده برای رسیدن به حداکثر نیروی لازم برای خمش خیارچنبر تحت بارگذاری عمودی) به ترتیب برابر $0/021$ گیگاپاسکال، $42/4$ نیوتن، $23/7$ میلیمتر و $531/76$ نیوتن در میلیمتر محاسبه شد. نتایج حاکی از آن است که برای جلوگیری از شکستن خیارچنبرها در بسته بندی، حمل و نقل و فرآوری باید از نیروهای با مقادیر بیشتر از $42/4$ نیوتن اجتناب شود. در تحقیقات مشابهی جهان بخشی و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی خواص مکانیکی کنگر در تست خمش میانگین مدول الاستیسیته را برابر $0/00341$ گیگاپاسکال گزارش نمودند که در مقایسه با تحقیق حاضر به دلیل بالا بودن مدول الاستیسیته ($0/021$ گیگاپاسکال) نتایج نشان دهنده زیاد بودن مقاومت خیارچنبر نسبت به تنش های فشاری می باشد.

جدول ۴- خواص مکانیکی خیارچنبر در تست برش

خواص مکانیکی (تست برش)	میانگین	بیشترین	کمترین	انحراف معیار	CV%
مدول برشی (N/mm^2)	0/0126	0/0133	0/0119	0/0002	1/58
نیروی برشی (N)	33/66	39/21	29/87	0/66	1/96
مقاومت برشی (N/mm^2)	0/037	0/042	0/033	0/0002	0/54
تغییر شکل برشی (mm)	8/37	10/35	7/76	0/57	6/81

خواص مکانیکی خیارچنبر در تست برش در جدول (۴) آورده شده است. میانگین نیروی لازم برای برش خیارچنبر ۳۳/۶۶ نیوتن بوده که نشان‌دهنده کم بودن مقاومت خیارچنبر به برش می‌باشد. میانگین تغییر شکل در هنگام برش ۸/۳۷ میلیمتر بوده و بسیار اندک است و این بیانگر مقاومت خیارچنبر نسبت به تغییر شکل از طرف نیروهای وارده در هنگام برش می‌باشد. همچنین میانگین مدول برشی و مقاومت برشی به ترتیب برابر ۰/۱۲۶ و ۰/۳۷ نیوتن بر میلی‌متر مربع به دست آمد. اطلاعات بدست آمده از خواص مکانیکی در تست برش می‌تواند مورد استفاده کارخانه‌های فرآوری خیارچنبر قرار گیرد. در تحقیقات مشابهی جهان بخشی و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی خواص مکانیکی کنگر در تست برش میانگین مدول برشی را برابر ۰/۰۰۲ نیوتن بر میلی‌متر مربع گزارش نمودند که در مقایسه با تحقیق حاضر به دلیل بالا بودن مدول برشی خیارچنبر (۰/۱۲۶ نیوتن بر میلی‌متر مربع) نتایج نشان‌دهنده سفت بودن و مقاومت زیاد محصول نسبت به کرنش برشی می‌باشد.

جدول ۴- خواص مکانیکی خیارچنبر در تست برش

خواص مکانیکی (تست برش)	میانگین	بیشترین	کمترین	انحراف معیار	CV%
مدول برشی (N/mm ²)	۰/۱۲۶	۰/۱۳۳	۰/۱۱۹	۰/۰۰۲	۱/۵۸
نیروی برشی (N)	۳۳/۶۶	۳۹/۲۱	۲۹/۸۷	۰/۶۶	۱/۹۶
مقاومت برشی (N/mm ²)	۰/۰۳۷	۰/۰۴۲	۰/۰۳۳	۰/۰۰۲	۰/۵۴
تغییر شکل برشی (mm)	۸/۳۷	۱۰/۳۵	۷/۷۶	۰/۵۷	۶/۸۱

نتیجه‌گیری

۱- طول، عرض، ضخامت، جرم، حجم و قطر میانگین هندسی رابطه مستقیم و جرم حجمی (چگالی) رابطه معکوس با اندازه خیارچنبر داشت.

۲- خیار چنبر دارای کرویت پایین (۰/۲۵) و چگالی نسبتاً بالا (۰/۹۷) می‌باشد. که این ویژگی باید در طراحی سیستم‌های انتقال، جابه‌جایی و درجه بندی در نظر گرفته شود.

۳- در بررسی خواص مکانیکی حداکثر نیروی لازم در تست‌های لهیدگی، خمش و برش خیارچنبر به ترتیب برابر ۳۰۹/۶۶، ۴۲/۴۰ و ۳۳/۶۶ نیوتن به دست آمد.

۴- نتایج به دست آمده از خواص فیزیکی می‌تواند برای طراحی ادوات مربوطه در زمینه بسته‌بندی و درجه بندی خیارچنبر استفاده گردد. همچنین علاوه بر اهمیت مطالعه خواص مکانیکی در رابطه با حداقل‌سازی صدمات مکانیکی، این ویژگی‌ها در طراحی ماشین آلات و تجهیزات حین برداشت و پس از برداشت جزو اطلاعات پایه محسوب می‌شود.

- ۱- دارایی زاده، م. (۱۳۹۳). خیارچنبر و خواص درمانی و زیبایی پوست آن، جلد دوم، صفحه ۲۷.
- ۲- رضایی، م. (۱۳۸۷). اثر نانو پوشش‌های رس در بهبود خواص ارگانولپتیک فرآورده‌های آردی، هیجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، مشهد مقدس، ایران.
- ۳- جهان‌بخشی، ا. قمری، ب. (۱۳۹۴). بررسی برخی خواص فیزیکی و مکانیکی آلو رقم سیاه. نهمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی (مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون‌پرديس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- 4-Bahnasawy, A. H., El-Haddad, Z. A., El-Ansary, M. Y., & Sorour, H. M. (2004). Physical and mechanical properties of some Egyptian onion cultivars. *Journal of Food Engineering*, 62(3), 255-261.
- 5-Demir, F., & Kalyoncu, I. H. (2003). Some nutritional, pomological and physical properties of cornelian cherry (*Cornus mas L.*). *Journal of Food Engineering*, 60(3), 335-341.
- 6-Doymaz, i. (2007). Influence of pretreatment solution on the drying of sour cherry. *Journal of Food Engineering*, 78(2), 591-596.
- 7-Ghaffari, H., RezaGhassemzadeh, H., Sadeghi, M., & Alijani, S. (2015). Some physical, mechanical and chemical properties of tomato fruit related to mechanical damage and bruising models. In *Biological Forum*, 7(2), p. 712.
- 8-Haciseferoğulları, H., Gezer, I., Özcan, M. M., & MuratAşma, B. (2007). Post-harvest chemical and physical-mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79(1), 364-373.
- 9-Hassan-Beygi, S. R. (2009). Some physico-mechanical properties of apricot fruit, pit and kernel of ordubad variety. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.
- 10-Ince, A., Uğurluay, S., Güzel, E., & Özcan, M. T. (2005). Bending and shearing characteristics of sunflower stalk residue. *Biosystems engineering*, 92(2), 175-181.
- 11-Jahanbakhshi, A. Yeganeh, R., Akhoundzadeh Yamchi, A. (2016). Determination of physical, mechanical and hydrodynamic properties of *Scolymus*. *EJFPP*, Vol. 8 (1): 125-141. (In Persian).
- 12-Jha, S. N., Kingsly, A. R. P., & Chopra, S. (2006). Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. *Journal of Food engineering*, 72(1), 73-76.
- 13-Kabas, O., Ozmerzi, A., & Akinci, I. (2006). Physical properties of cactus pear (*Opuntia ficus india L.*) grown wild in Turkey. *Journal of food Engineering*, 73(2), 198-202.
- 14-Kheiralipour, K., Tabatabaeefar, A., Mobli, H., Rafiee, S., Sharifi, M., Jafari, A., & Rajabipour, A. (2008). Some physical and hydrodynamic properties of two varieties of apple (*Malus domestica Borkh L.*). *International Agro-physics*, 22(3), 225-229.
- 15-Moghadam, J. E., & Kheiralipour, K. (2015). Physical and nutritional properties of hawthorn fruit (*Crataegus pontica L.*). *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 17(1).
- 16-Mohsenin, N. N. (1986). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*, second ed. Gordon and Breach SciencePublishers, New York.

- 17-Omobuwajo, T. O., Sanni, L. A., & Olajide, J. O. (2000). Physical properties of ackee apple (*Blighia sapida*) seeds. *Journal of Food Engineering*, 45(1), 43-48.
- 18-Özcan, M. M., & Hacıseferoğulları, H. (2007). The strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: chemical composition, physical properties and mineral contents. *Journal of Food Engineering*, 78(3), 1022-1028.
- 19-Prasad, J., & Gupta, C. P. (1975). Mechanical properties of maize stalk as related to harvesting. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 20(1), 79-87.
- 20-Singh, K. K., & Reddy, B. S. (2006). Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit. *Journal of food engineering*, 73(2), 112-120.
- 21-Sitkei, G. (1987). *Mechanics of agricultural materials* (Vol. 8). Elsevier.
- 22-Taheri-Garavand, A., Rafiee, S., & Keyhani, A. (2011). Study on some morphological and physical characteristics of tomato used in mass models to characterize best post harvesting options. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4), 433-438.
- 23-Topuz, A., Topakci, M., Canakci, M., Akinci, I., & Ozdemir, F. (2005). Physical and nutritional properties of four orange varieties. *Journal of Food Engineering*, 66(4), 519-523.
- 24-Topuz, A., Topakci, M., Canakci, M., Akinci, I., & Ozdemir, F. (2005). Physical and nutritional properties of four orange varieties. *Journal of Food Engineering*, 66(4), 519-523.
- 25-Wright, F. S., & Splinter, W. E. (1968). Mechanical behavior of sweet potatoes under slow loading and impact loading. *Trans. of the ASAE*, 11(6), 765-770.

پتانسیل سنجی تولید بیواتانول از ضایعات ذرت خوشه ای



احمد جهان بخشی^۱
احسان اقدمی فرا^۱
رضا رسول زاده^۲

^۱ دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
^۲ دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه

بیواتانول مایعی روشن، با بوی قابل تحمل است که سوختی مرغوب محسوب می شود. در حال حاضر بیش از ۹۵٪ اتانول تولیدی در دنیا به روش تخمیر بدست می آید و به دلیل مزایایی مانند: جایگزین نسبی یا کامل با سوخت-های فسیلی، تجدیدپذیری هرساله، سازگاری با محیط زیست، توسعه اقتصادی، ایجاد اشتغال و قابلیت تولید از ضایعات و پسماندها مواد غذایی مورد توجه می باشد (۱). با توجه به شرایط آب و هوایی کشور، ذرت خوشه-ای گزینه مناسبی جهت تولید این محصول به دلیل مقاومت بالا نسبت به خشکی، حساسیت بسیار کم نسبت به نوع خاک، نیازمندی کود پایین، دوره درگیری کوتاه زمین (حدود ۴ ماه)، آسان و مقرون به صرفه بودن کاشت آن، دارا بودن مقادیر بالاتر نشاسته در مقایسه با نیشکر می-باشد (۲ و ۳).

هدف

هدف از این بررسی ارائه روشی جهت تولید بیواتانول به عنوان جایگزینی مناسب برای سوخت های فسیلی با توجه به شرایط آب و هوایی کشور و محدودیت منابع از ذرت خوشه ای، همچنین ارزیابی مخمر ساکارومایسز سرویزیه به عنوان اصلی ترین میکروارگانیسم مولد بیواتانول می باشد.

روش مطالعه

این بررسی با مراجعه به سایت های معتبر علمی و پژوهشی و استفاده از منابع کتابخانه ای و مطالعه چندین مقالات پژوهشی و مروری گردآوری شده است.

بررسی و تفسیر منابع

ذرت خوشه ای گیاهی است متعلق به خانواده غلات (Gramineae)، جنس *Sorghum bicolor* و نام علمی آن *Sorghum* است. ترکیبات شیمیایی دانه سورگوم بسیار شبیه به دانه ذرت است. میزان پروتئین آن بیشتر ولی میزان چربی آن کمتر از ذرت است (۱). شیره ساقه ذرت خوشه ای در بعضی ارقام دارای ۲۰-۱۸٪ مواد قندی است. از ذرت شیرین می‌توان سالیان ۲-۳ تن (معادل نفت) از محتوی قندی و ۶-۹ تن از باگاس در هر هکتار سوخت زیستی تولید کرد. این در حالی است که در هر هکتار سطح زیر کشت سورگوم ۳۰-۴۵ تن CO₂ جذب می‌شود (۳). به طوری که از کارخانه ای با ظرفیت تولید ۵۰۰۰۰ تن بیواتانول در سال حدود ۲۷۷ میلیون یوان سود به دست آمده و علاوه بر فواید اقتصادی این میزان تولید انتشار ۱۵۰۰۰۰ تن CO₂ را کاهش می‌دهد (۴).

مقایسه انجام شده بین میزان ساکاروز، محتوای قند کل، میزان پروتئین، خاکستر، فیبر و چربی و میزان بیواتانول ۵ واریته مختلف سورگوم (Wray, NSSH104, Keller, SSV184 و BJ248) توسط مخمر ساکارومایسز سرویزیه نشان داد که میزان بیشینه بیواتانول تولیدی یعنی ۹ w/v٪ از واریته Keller (حاوی ۲۰٪ غلظت قند) به دست آمد و بیشتر میزان بهره وری تخمیر با استفاده از این مخمر ۹۴/۷٪ بود. همچنین بیشترین توده زیستی مخمر با استفاده از واریته BJ248 ایجاد گردید (۵). مطالعاتی بر روی سویه های مختلف مخمر ساکارومایسز سرویزیه به عنوان اصلی ترین میکروارگانیسم مولد بیواتانول به منظور ارزیابی میزان مقاومت نسبت به اتانول خارج سلولی و میزان تولید بیواتانول انجام گرفته است. به طور مثال پس از غربال گری سلول های شش سویه ی موتانت مقاوم به اتانول به نام های Mut1 تا Mut6 مشخص گردید سویه Mut1 دارای مقاومت انتخابی بالاتری نسبت به اتانول بود و پس از طراحی سویه ی نو ترکیب با فرآیند های کلونینگ خودی و نو ترکیبی با نواحی مشابه، در سویه نو ترکیب (FLO1+A1) تولید بیواتانول نسبت به سویه Mut1، ۸٪ افزایش یافت (۶). پس از استخراج شربت جهت خارج کردن پروتئین ها مواد منعقد کننده مانند اسید فسفریک اضافه می‌گردد و پس از جدا سازی coagulated material شربت حاصل پاستور می‌شود. قندهای قابل تخمیر توسط مخمر ساکارومایسز سرویزیه (حدوداً ۲۰-۴ ساعت) به اتانول تبدیل می‌شوند. در این زمان الکل ۷-۱۰٪ بوسیله حجم کل ایجاد می‌گردد. مخمر به وسیله سانتریفیوژ از این شربت بازیافت شده و پس از تقطیر آژئوتروپیک تا بالای ۹۹/۷٪، اتانول بی آب حاصل می‌گردد (۷).

نتیجه گیری و پیشنهاد

انتخاب واریته مناسب ذرت خوشه ای (واریته Keller حاوی ۲۰٪ غلظت قند) و نوع مخمر (به طور مثال گونه های نو ترکیب ساکارومایسز سرویزیه)، نوع تخمیر و فاکتورهای موثر در انجام تخمیر از قبیل دما، زمان، نوع ماده منعقد کننده پروتئین ها و میزان تقطیر در بهبود راندمان تولید بیواتانول موثر است. بررسی ها نشان می‌دهد که تخمیر Fed-batch بهره وری بالاتری دارد. از مهمترین چالش ها در تولید بیواتانول هیدرولیز مناسب مواد لیگنوسلولزی با راندمان کافی، به دست آوردن گونه های مناسب میکروارگانیسم ها از نظر تولید اتانول در میزان بالا و مقاومت در برابر مواد سمی است. همچنین تولید بیواتانول از مواد غذایی با ارزش این صنعت را به رقیبی برای صنعت غذا تبدیل کرده بنابراین با بررسی سوبستراهایی مانند ذرت خوشه ای که کمتر به عنوان غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد (با توجه سازگاری و مقاومت بالا نسبت به خشکی و نوع خاک و مقرون به صرفه بودن کشت آن) یا ضایعات مواد غذایی و کشاورزی همچنین شناسایی سویه های مناسب مخمر

با توجه به کاربردهای گوناگون بیواتانول می توان این ماده را با حجم بالا در کشور تولید کرد. همچنین با توجه به وجود گونه های مختلف ذرت خوشه ای (sorghum) نوع واریته مناسب از نظر سازگاری و راندمان تولید ارزیابی گردد و با مطالعه شرایط بهینه تولید بیواتانول از ذرت خوشه ای، نوع مخمر و فاکتور های موثر در بهبود تولید بررسی گردد.

منابع

- 1-G . Armah , Agyema,R.karow , Grain Sorghum , Dry land system,2007,EM8794 .
 - 2-www.bayeretechnology.com/uploads/media/BioethanolE_BTS_010506_en.pdf.
 - 3-Roman, G. V., Hall, D. O., Gosse, G., Roman, A. N., Ion, V., & Alexe, G. H. (1998). Researches on Sweet-Sorghum Productivity in the South Romanian Plain. Agricultural Information Technology in Asia and Oceania, 183-188.
 - 4-Guo, Y., Hu, S. Y., Li, Y. R., Chen, D. J., Zhu, B., & Smith, K. M. (2010). Optimization and analysis of a bioethanol agro-industrial system from sweet sorghum. Renewable Energy, 35(12), 2902-2909.
 - 5-Ratnavathi, C. V., Suresh, K., Kumar, B. V., Pallavi, M., Komala, V. V., & Seetharama, N. (2010). Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice. Biomass and Bioenergy, 34(7), 947-952.
 - 6-دهکردی، محسن؛ بهینه سازی تولید بیواتانول در مخمر ساکارومایسس سرویزیه از طریق مهندسی متابولیک، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم.
 - 7-Steve Diver.Updated by Julia Sampson.NCAT Agriculture Specialists .SORGHUM SYRUP..March. 2003.
 - 8-www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Projcet_Documents/RESTMAC/Brochure5_Bioethanol_low_res.pdf.
- Bioethanol Production and Use

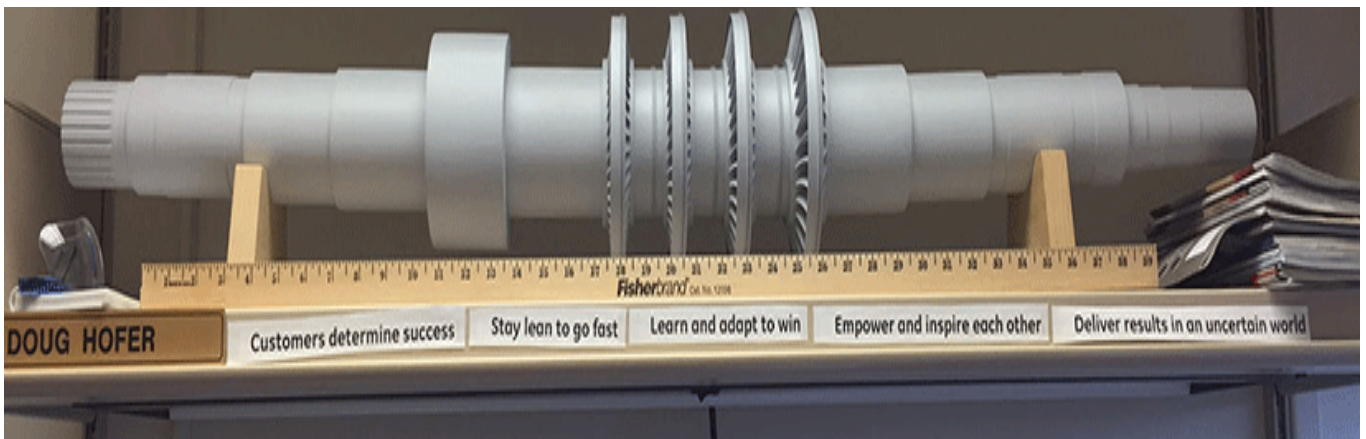
ذخیره انرژی خورشید با جذب کربن دی اکسید از جو زمین



بر اساس طرحی جدید، شرکت جنرال الکتریک قصد دارد با جذب کربن دی اکسید از جو زمین، از این ماده در جهت ذخیره انرژی خورشیدی استفاده کند.

منابع کربن دی اکسید در کره زمین به فراوانی یافت می شوند. این ماده که از گازهای گلخانه ای معروف است (گازهایی که مسبب تغییرات آب و هوایی کره زمین هستند) مدت ها است که به عنوان یکی از عوامل مخرب محیط زیست شناخته می شود. اما حالا شرکت جنرال الکتریک معتقد است راهی یافته تا از این گاز به عنوان یک منبع مفید استفاده کند و از آن در تولید باتری های جدید خورشیدی بهره گیرد.

در حالی که دانشمندان برای سال ها این گاز را ذخیره کرده بودند، اما تا به حال بهترین شیوهی استفاده از این ذخایر عظیم چندان روشن نبود. حالا شرکت جنرال الکتریک امیدوار است بتواند منابع کربن دی اکسید را به عنوان یک باتری عظیم با هدف ذخیره انرژی خورشیدی به کار ببندد. گرچه خورشید خودش یک منبع بزرگ انرژی است، اما به دلیل وجود برخی موانع، استفاده از آن با مشکلاتی مواجه است. به این ترتیب دانشمندان نیازمند ذخیره این انرژی به شکلی هستند که در زمان لازم به آسانی بتوانند از آن استفاده کنند. این فرایند دو مرحله دارد. در مرحله اول انرژی خورشیدی حبس و در مایعی از نمک مذاب نگهداری خواهد شد. سپس کربن دی اکسید از طریق شبکه ی برق، خنک شده و به یخ خشک تبدیل می شود. زمانی که انرژی مورد نیاز باشد، نمک مذاب، یخ خشک را به آنچه مایع فوق بحرانی نامیده می شود تبدیل می کند. این ماده فازهای مایع یا گاز مشخصی ندارد. مایع فوق بحرانی خود به درون یک توربین که Sunrotor نامیده می شود، جریان پیدا می کند و در آنجا انرژی به میزان مورد نیاز منتشر خواهد شد.



گرچه این فرایند بسیار پیچیده به نظر می‌رسد، اما به نظر «استیون سانپورن»، مهندس ارشد در بخش تحقیقات جهانی جنرال الکترونیک، این فرایند به طرز باورنکردنی مقرون به صرفه است. این فرایند ارزان قیمت است چون در آن انرژی تولید نمی‌شود؛ بلکه انرژی از خورشید یا خروجی توربین دریافت و سپس ذخیره شده و انتقال می‌یابد. دانشمندان ادعا می‌کنند Sunrotor، می‌تواند با بازدهی ۶۸ درصد فعالیت کند؛ بازدهی‌ای که از پربازده‌ترین نیروگاه‌های گازی فعلی هم بالاتر است. در نتیجه چنین روشی می‌تواند انرژی تجدیدپذیر را با بازدهی بالاتر و عملکرد بهتر در اختیار قرار دهد. اتفاقی که استفاده از سوخت‌های فسیلی برای تولید برق را کاهش خواهد داد.

گرد آورنده: میثم نهاوندی



چگونه می‌توان از ترکیب آب شور و شیرین، تولید برق کرد؟

راه‌های زیادی برای استحصال انرژی الکتریکی از آب وجود دارد. به همین دلیل است که نیروگاه‌های برق-آبی بخش مهمی از صنعت تولید برق را از آن خود کرده‌اند. مثلاً یکی از رایج‌ترین روش‌ها، استحصال انرژی الکتریکی از نیروی مکانیکی آب است. پدیده‌ای که می‌توانیم آن را در محل سدها ببینیم. آب جمع شده پشت سد، انرژی پتانسیل زیادی دارد و وقتی یک دریچه باز می‌شود، تبدیل به انرژی حرکتی می‌گردد و پره‌ی توربین‌ها را می‌چرخاند. بدین شکل برق تولید می‌شود. ولی این بار قصد داریم از انرژی شیمیایی آب و امکان تولید برق با این روش صحبت کنیم. زمانی که یک رودخانه به دریا می‌پیوندد، اتفاقات شیمیایی عجیب و غریبی می‌افتد که می‌تواند در نهایت چراغ، یخچال، کولر و کامپیوتر خانه‌ی ما را روشن کند. این روش تولید برق، احتمالاً یکی از مهجورترین شاخه‌های تولید انرژی پاک است و تحقیقات کمی بر روی آن صورت گرفته است. جایی که آب شیرین رودخانه به آب شور دریا می‌پیوندد، محلی است که توجه پژوهشگران حوزه‌ی انرژی‌های پاک را به خود جلب کرده است. طبق آخرین پژوهش‌ها، اگر بتوانیم راهی بهینه برای استحصال این انرژی پیدا کنیم، می‌تواند همه‌ی نیاز کنونی ما به الکتریسیته را تامین کند. آیا انرژی آبی، می‌تواند یک انرژی سبز جدید باشد؟ این انرژی را از این پس «انرژی آب‌فام» (Blue Energy) می‌خوانیم. نخستین بار در سال ۱۹۵۴ یک مهندس انگلیسی به نام «آر ای پتل» (R E Pattle) انرژی آب‌فام را پیشنهاد کرد. گاهی از این انرژی با نام «انرژی اسمزی» (Osmotic Power) نیز یاد می‌شود؛ چرا که برای تولید انرژی از پدیده‌ی «اسمز» استفاده می‌شود. برای درک بهتر این پدیده، دو محلول آبی-نمکی را با دو غلظت متفاوت فرض کنید. اگر این دو محلول را با یک غشاء متخلخل از هم جدا کنیم، به صورتی که فقط مولکول‌های آب توانایی گذر از این غشاء را داشته باشند، به طور طبیعی آب از محلول با غلظت کم‌تر به محلول غلیظ‌تر منتقل می‌شود. جریان گذر آب از غشاء باعث می‌شود که فشار در یک طرف زیاد شود و این می‌تواند توربین‌ها را برای تولید برق به کار بیندازد.

تا سال ۱۹۷۰ فناوری تولید انرژی از این طریق به طور کلی وجود نداشت. از آن زمان بود که مواد مصنوعی برای ساختن غشاء متخلخل به صورت اقتصادی ساخته شد. آن زمان پیشنهاد شد که می‌توان از این غشاهای متخلخل در «نیروگاه‌های برق اسمزی» استفاده کرد. حتی گفته شد که می‌توان از مکانی که آب شیرین رود اردن وارد بحرالمت می‌شود برق تولید کرد.



بهترین عملکرد این نیروگاه‌های الکتریکی در زمانی که جریان آب زیادی از غشاء متخلخل می‌گذرد نیست، بلکه به هنگامیست که سرعت آن اندکی کم شده باشد. کاهش سرعت را می‌توان با تحت فشار گذاشتن محلول غلیظ‌تر برای مقابله با محلول با غلظت کمتر که از غشاء به سوی محلول غلیظ می‌آید انجام داد. این هم برای خود یک فناوری منحصر بفرد است و به آن اصطلاحاً فناوری «فشار-کننده‌ی اسمزی» (Pressure-retarded osmosis) می‌گویند.

الکتریسیته، در آن کامل بود، شرکت سازنده به این نتیجه رسید که نیروگاه صرفه‌ی اقتصادی ندارد. این نیروگاه نمی‌توانست با فروش الکتریسیته، هزینه‌ی ساخت و نگهداری خود را تامین کند. به همین دلیل در سال ۲۰۱۳ تعطیل شد.

خوشبختانه با وجود شکست خوردن کمپانی استات‌کرافت، دیگر شرکت‌ها مرعوب نشدند. در «انستیتوی تحقیقات آبی داچ» (Dutch water Institute) واقع در هلند، یک کمپانی به نام «رداستک» (REDstack) توانست نوع دیگری از انرژی اسمزی به نام «الکترودیالیز» (Electrodialysis) را در یک نیروگاه آزمایشی استحصال کند. این روش از تکنیک «فشار کننده شده‌ی اسمزی» مقداری متفاوت است.

به انرژی الکتریکی تولید شده از اختلاف غلظت آب شور و آب شیرین، انرژی آب‌فام می‌گویند.

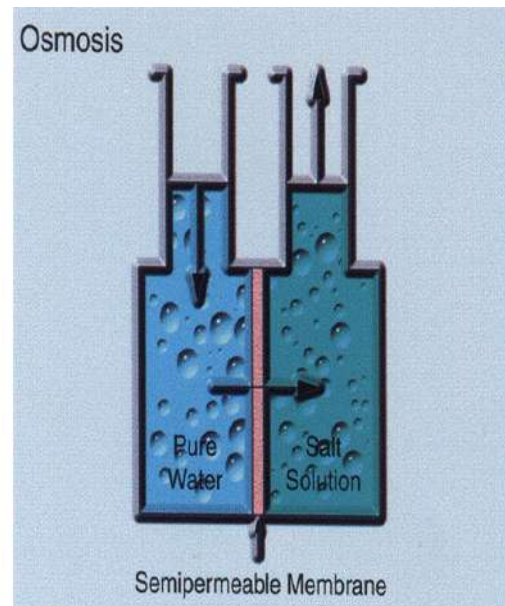
نخستین نیروگاه انرژی آب‌فام که از فناوری «فشار کننده‌ی اسمزی» نیز استفاده می‌کرد، در روستای «توفته» (Tofte) واقع در نروژ ساخته شد. این نیروگاه را کمپانی «استات‌کرافت» (Statkraft) در سال ۲۰۰۹ ساخت که توانایی تولید ۴ کیلووات انرژی الکتریکی را داشت. این مقداری ناچیز نسبت به یک نیروگاه هسته‌ای کوچک که می‌تواند تا ۵ هزار کیلووات انرژی الکتریکی تولید کند است. هرچند که این نیروگاه از فناوری پیشرفته بهره می‌برد و چرخه‌ی تولید الکتریسیته در آن کامل بود، شرکت سازنده به این نتیجه رسید که نیروگاه صرفه‌ی اقتصادی ندارد. این نیروگاه نمی‌توانست با فروش

وارد می‌شوند. این الکترودها به عنوان ابزارهای شارژ الکتریکی یا همان خازن عمل می‌کنند. این روش منجر به افزایش ولتاژ نیز می‌شود.

یک کنسرسيوم اروپايي ۲.۴ ميليون يورويي که شامل انستيتوهای هلندی، ایتالیایی، لهستانی و اسپانیایی می‌شود، از سال ۲۰۱۰ بر روی فناوری ترکیب خازنی کار می‌کند. همچنان مسائل زیادی برای حل شدن باقی مانده است. برای مثال، یک تیم پژوهشی در دانشگاه یوترخت (University of Utrecht) با سرپرستی «رنه ون روجی» (Rene van Roji) به تازگی مدعی شده که: «انرژی الکتریکی خروجی از «انرژی آب‌فام» که در آن از روش «فناوری خازنی» استفاده شده، با گرم کردن ترکیب آب شیرین و آب دریا می‌تواند دو برابر شود.» منظور از گرم کردن ترکیب آب شور و شیرین، رساندن آن به دمای ۵۰ درجه‌ی سانتیگراد یا کمی بیشتر است. آن‌ها می‌گویند: «لازم نیست برای گرم کردن آب از سوخت فسیلی استفاده شود. ما به سادگی می‌توانیم از آب گرم شده‌ی خروجی از صنایع استفاده کنیم. برای مثال آب گرمی که از نیروگاه‌های فسیلی یا دیتاسنترها (در دیتاسنترها از آب برای خنک کردن کامپیوترها استفاده می‌شود) خارج می‌شود.» در اتفاقی خوشحال‌کننده، گروهی مستقل در دانشگاه گرانادا (University of Granada) واقع در اسپانیا، در عمل نشان دادند که عمل گرم کردن آب در

این تکنیک از غشاهای متخلخل بهره می‌برد که به جای مولکول‌های آب، به یون‌های نمک اجازه‌ی عبور می‌دهد.

دو نوع غشاء متخلخل وجود دارد. یکی از آن‌ها به یون‌های مثبت سدیم اجازه‌ی عبور می‌دهد و دیگری می‌گذارد که یون‌های منفی کلراید عبور کنند. این غشاها در حقیقت نوعی ساندویچ چند لایه‌ی آبی درست می‌کنند که در آن، لایه‌های آب و لایه‌های نمک به صورت یکی در میان قرار می‌گیرند. در ضمن بین هر لایه دو نوع غشاء انتقال یونی جای‌گیری می‌کند. این ترکیب منجر به تولید ولتاژ الکتریکی می‌شود که می‌تواند بدون نیاز به توربین‌هایی که با فشار کار می‌کنند، جریان الکتریکی درست کند. بنابراین دست کم به صورت نظری، این روش در استحصال انرژی از فرایند مخلوط شدن آب شیرین و آب نمک کاملاً بهینه است.



در روش «الکترودیالیز» می‌توان بدون نیاز به توربین، انرژی الکتریکی اسمزی تولید کرد.

پژوهشگران شرکت هلندی «رداستک» همچنین در حال کار کردن بر روی یک روش سوم به نام «ترکیب خازنی» (Capacitive Mixing) هستند. در این روش، آب دریا و آب شیرین به صورت متناوب به حفره‌ای در آن قرار دارد



پدیده‌ی اسمز، در اختلاف غلظت همه‌ی مواد محلول رخ می‌دهد. مثلاً در محلول شکر هم می‌توان پدیده‌ی اسمز را مشاهده کرد. بنابراین «انرژی آب‌فام» محدود به مخلوط شدن آب رودخانه با آب دریا نیست. در سال ۲۰۱۳، پژوهشگران هلندی اعلام کردند که امکان تولید الکتریسیته از گاز محلول کربن دی‌اکسید وجود دارد. این گاز را به راحتی می‌توان از خروجی نیروگاه‌های فسیلی برداشت کرد. کربن دی‌اکسید به راحتی در آب حل می‌شود و کربنیک اسید ساخته می‌شود. بعد از آن می‌توان آن را به بی‌کربنات و یون‌های هیدروژن تقسیم کرد. سپس می‌توان این دو را با روش «ترکیب خازنی» در دو طرف غشاء متخلخل قرار داد و همان عملی را انجام داد که با یون‌های نمک انجام می‌شد. درست همانطور که در روش «ترکیب خازنی» آب شیرین و آب شور به صورت متناوب به سامانه وارد می‌شد، در روش جدید اول باید آب را با کربن دی‌اکسید ترکیب کرد (تا چیزی معادل آب نمک در روش قبلی بدست آید)، سپس همین کار را با هوا انجام داد (تا چیزی معادل آب شیرین در روش قبلی بدست آید).

پژوهشگران می‌گویند که در سراسر دنیا، گازهای خروجی از دودکش نیروگاه‌های سوخت فسیلی به اندازه‌ی کافی کربن دی‌اکسید برای تولید سالانه ۸۵۰ تراوات-ساعت انرژی الکتریکی را تولید می‌کند. تقریباً ۱۰۰ برابر انرژی سالانه‌ی مصرف شده در انگلستان. این یک ایده‌ی خیلی خوب است. کربن دی‌اکسید که در راه تولید انرژی، خود یک مشکل بزرگ برای اتمسفر زمین شده است، در این روش می‌تواند قسمتی از راه حل تولید انرژی باشد.

گرد آورنده: مهندس جواد جنت خواه



کدام کشورها بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌کنند؟

به لطف برگزاری کنفرانس پاریس، مسائل زیست محیطی، هرچند برای مدتی کوتاه توانسته‌اند به صدر اخبار راه یابند. به همین مناسبت در این نوشتار به معرفی رکوردداران بهره‌برداری سرانه از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌پردازیم. استفاده از عبارت «بهره‌برداری سرانه» به این نکته اشاره دارد که ما به دنبال معرفی کشورهایی با بیشترین ظرفیت تولید انرژی‌های تجدیدپذیر نیستیم؛ بلکه به دنبال معرفی کشورهایی هستیم که در سبد انرژی مصرفی آن‌ها بالاترین درصد متعلق به انرژی‌های تجدیدپذیر است. بطور مثال بنابر گزارش سالانه‌ی رن ۲۱ بیشترین ظرفیت تولید الکتریسیته از انرژی‌های تجدیدپذیر به ترتیب متعلق به کشور های چین، ایالات متحده، برزیل، آلمان و کانادا است. با این وجود، درصدی که انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورها به خود اختصاص می‌دهند، پایین‌تر از کشورهایی است که در این نوشتار به آن‌ها اشاره می‌کنیم. در همین رابطه به معرفی کشورها و دستاوردهای آن‌ها برحسب رتبه‌ی کسب شده توسط آن‌ها خواهیم پرداخت. در انتها نیز جایگاه ایران را به لحاظ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با سایر کشورها بررسی خواهیم نمود.

۱. اروگوئه: کشور اروگوئه ۹۴/۵ درصد از الکتریسیته مورد نیاز خود را از منابع تجدیدپذیر تامین می‌کند. به جهت تولید این مقدار انرژی، علاوه بر منابع برقابی، که قدمت ساخت آن‌ها به بیش از ۲۰ سال می‌رسد، بر تولید انرژی از منابعی همچون باد، بقایای زیستی و انرژی خورشیدی سرمایه‌گذاری هنگفتی انجام شده است. ارزش تولید این میزان انرژی تجدیدپذیر، که ۵۵ درصد از کل انرژی مصرفی در این کشور را به خود اختصاص می‌دهد، هنگامی بیشتر نمایان می‌شود که آن را با میانگین تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در جهان و در سطح کشورهای اروپایی، به ترتیب برابر با ۱۲ درصد و ۲۰ درصد، مقایسه نماییم. جالب است بدانیم که اروگوئه تنها در عرض ۱۰ سال به این جایگاه رسیده است.

Renewable Energy

۲. کاستاریکا: در سال جاری میلادی، این کشور توانست با ثبت یک رکورد جدید برای ۹۴ روز متوالی الکتریسیته خود را صرفاً با تکیه بر منابع تجدید پذیر تامین نماید. از این میزان انرژی تولید شده، ۷۸ درصد سهم انرژی برقی، ۱۲ درصد سهم انرژی زمین گرمایی و ۱۰ درصد باقیمانده توسط انرژی باد تامین شده است. این کشور قصد دارد که تا سال ۲۰۲۱ تمامی الکتریسیته مورد نیاز خود را از منابع تجدید پذیر تامین نماید. با این وجود، شبکه‌ی حمل و نقل این کشور در وضعیت مناسبی به سر نمی‌برد.

۳. ایسلند: حضور آتشفشان‌های متعدد در این کشور امکانی را به جهت استفاده حداکثری از انرژی زمین گرمایی فراهم آورده است. این کشور با تولید ۸۵ درصد از الکتریسیته‌ی مورد نیاز خود از منابع زمین گرمایی و ۱۵ درصد توسط انرژی برقی، توانسته بیشترین سرانه‌ی تولید انرژی پاک را به خود اختصاص دهد.

۴. پاراگوئه: این کشور تا ۹۰ درصد از الکتریسیته‌ی مورد نیاز خود را توسط سد برقی بزرگی که در منطقه ایتایپو - Itaipu - قرار دارد تامین می‌نماید.

۶. بوتان: منابع فراوان تولید انرژی برقی در کشور بوتان، علاوه بر رفع احتیاجات این کشور، ۴۰ درصد از درآمدهای صادراتی را نیز به خود اختصاص می‌دهند. با این وجود، این کشور در فصول خشک نیاز خود به انرژی را با کمک واردات از کشور هندوستان تامین می‌کند.

۵. لسوتو (Lesotho): این کشور تمامی الکتریسیته‌ی مورد نیاز خود را از طریق آبخاری از سدها تامین می‌کند. مازاد انرژی تولیدی توسط این کشور به افریقای جنوبی صادر می‌گردد.

وجه مشترک میان تمامی کشورهایی که در بالا بدان‌ها اشاره شد جمعیت کم آن‌ها است. همین امر باعث شده تا تمامی آن‌ها، با وجود آن‌که در مقایسه با کشورهای مثل چین تولید بسیار کمتری دارند، بتوانند درصد بالایی از انرژی مورد نیاز خود را از منابع تجدید پذیر تامین کنند.

حال می توان سوالی مطرح کرد مبنی بر این که چطور کشوری مثل ایسلند، که بنابر نوشته‌های بالا حائز بالاترین رتبه در تولید سرانه‌ی انرژی‌های پاک در جهان است، در رتبه سوم قرار گرفته است؟ پاسخ به این سوال مرتبط با اهمیت بالای تنوع منابع در زنجیره‌ی تامین انرژی‌های تجدیدپذیر است. در این رتبه‌بندی، به میزانی که یک کشور تعدد بالاتری از منابع تجدید پذیر را به خود اختصاص دهد در جایگاه بالاتری در مقایسه با سایر کشورها قرار خواهد گرفت. این مورد سبب می‌شود تا تغییرات اقلیمی تاثیرات محدودتری بر مقدار انرژی تولید شده توسط این کشورها داشته باشند. نمود بارزی از اهمیت این معیار را می توان در کشور بوتان مشاهده کرد. این کشور با وجود آنکه در فصول بارندگی حتی می تواند به کشورهای همسایه‌ی خود برق صادر نماید، در فصول خشک نیازمند وارد کردن برق است. در نقطه‌ی مقابل، کشور اروگوئه با استفاده از منابعی همچون انرژی باد، انرژی خورشیدی، انرژی حاصل از بقایای زیستی و انرژی برقابی، در صورت وقوع تغییرات اقلیمی با تراز منفی کمتری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر مواجه خواهد گردید.

وضعیت انرژی های تجدید پذیر در ایران

کشور ایران با وجود دارا بودن پتانسیل‌های بسیار بالا در تولید انرژی‌های تجدید پذیر، نظیر دارا بودن بطور میانگین ۳۰۰ روز آفتابی، وزش باد با سرعت مناسب در مناطقی نظیر منجیل در استان گیلان و شهرهای استان سیستان و بلوچستان، امکان استفاده از انرژی زمین گرمایی در استان اردبیل و شهر مشکین شهر، درصد کمی از انرژی خود را از منابع تجدید پذیر تامین می نماید. بنابر گفته‌های معاون شرکت توانیر، آقای عبدالرسول پیشاهنگ، سهم ایران در استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر کمتر از ۲ درصد است. همچنین سهم نیروگاه‌های برقابی برابر با ۱۴/۵ درصد از کل برق تولید شده در کشور است. با این وجود، به دلیل وقوع خشکسالی‌های گسترده در ایران، احتمالاً شاهد کاهش سهم نیروگاه های برقابی و افزایش سهم نیروگاه‌های حرارتی و هسته ای در آینده‌ای نزدیک خواهیم بود.

با توجه به وضعیت فعلی، شما چه راهکاری را برای افزایش سهم انرژی‌های تجدید پذیر در کشورمان می‌شناسید؟

گرد آورنده: مهندس جواد جنت خواه



نگاهی به نفوذ دستاوردهای رباتیک در صنعت کشاورزی

در Iowa آمریکا حدود ۳۰۰۰ هکتار زمین کشاورزی وجود دارد که مراحل از جمله کشت دانه تا کود دهی به محصول و استفاده از مواد شیمیایی در آنها با ربات های کشاورزی انجام می پذیرد.

این مزارع متعلق به خانواده Mitchell است. زمین های کشاورزی این خانواده به عنوان یکی از مزارع آمریکا که به خوبی از ماشین آلات کشاورزی استفاده می کند، شناخت شده است. آنها به همراه همسایگان خود از مهم ترین تولید کنندگان قلات در آمریکا محسوب می شوند. ولی تعداد بیشتری از کشاورزان روزانه به سمت استفاده از ربات های کشاورزی روی می آورند. از آن جایی که تعداد کارگران رو به کاهش است و تقاضا برای محصولات کشاورزی بیش از پیش است، فعالان این صنعت باید از هر وسیله ممکن برای پاسخ به نیاز میلیون ها انسان استفاده کنند، چرا که کشاورزی به سبک ۱۰۰ سال پیش دیگر جوابگو نیست.

جمعیت آمریکا بین سال های ۱۹۹۰ (با جمعیت تقریبی ۲۵۰ میلیون) تا ۲۰۱۰ (جمعیتی معادل ۳۱۰ میلیون) از رشدی ۲۲.۵ درصدی برخوردار بوده است. Census Bureau یک کارشناس جمعیت بر این باور است که این کشور تا سال ۲۰۵۰ تا ۴۲۰ میلیون نفر را در خاک خودش جای خواهد داد. از این رو می توان انتظار داشت که ربات ها کارهای روزمره کشاورزان را به عهده بگیرند.

دپارتمان کشاورزی و مهندسی زیست محیطی دانشگاه Illinois ربات های کشاورزی را به سه دسته تقسیم بندی کرده است. نسل اول این ربات ها محدود به جمع آوری داده ها هستند، در حالی که نسل دوم آن ها توانایی دانه پاشی، سم پاشی، کاشت و برداشت محصول را دارد.

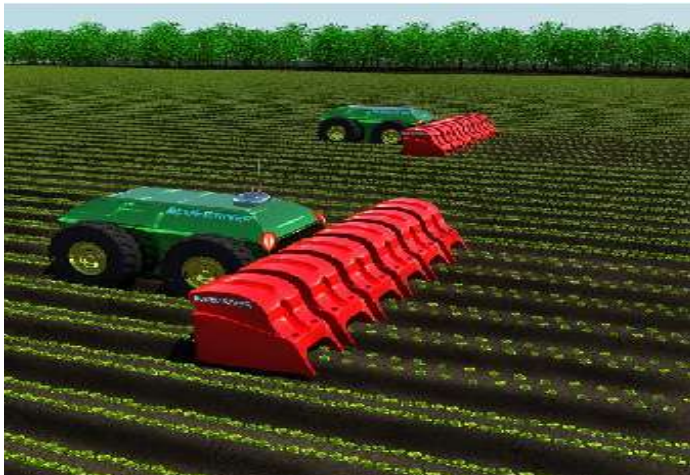
در آخر نسل سوم و پیشرفته ترین ربات ها قرار دارند که از مزایایی شامل انجام خودکار (یا با حداقل دخالت انسان) تمام مراحل برخوردارند. همان طور که خواهید دید، کشاورزان آمریکایی از این سه دسته ربات ها بهره می گیرند، گرچه بیشتر آنهایی که در دسته سوم قرار دارند، هنوز در حال توسعه هستند.

ربات ها در راه هستند

نمونه ای از این ربات ها که شاید حتی برای ما ایرانی ها هم شناخته شده باشد، ربات های Shake And Catch هستند که برای مرکبات مورد استفاده قرار می گیرند. آن ها تنه درختان را به اطراف یا بالا و پایین تکان می دهند و به وسیله توری که در پایین درخت دارند، محصولات را جمع آوری می کنند. کاملاً آشکار است که این ربات ها توانایی بیشتری در جمع آوری مرکبات با سرعت و بازده بالاتر نسبت به انسان دارند و این امکان را به کشاورزان می دهند تا اقدام به کشت درختان بیشتر و افزایش محصولات خود کنند. بر اساس گزارشات دانشگاه فلوریدا، یک ربات از این نوع تنها با بهره گیری از یک خدمه، توانایی جمع آوری ۱۰۰ جعبه پرتغال در ساعت را دارد. از این نمونه، دستگاه جمع آوری سیب نیز در دست تولید است، اما توسعه ی آن کمی سخت تر است چرا که سیب ها به راحتی بر اثر ضربه دچار آسیب می شوند.

همانند Harvey، ربات مخصوص کاهو شرکت Blue River Technology، دستگاهی است که همان طور که می توان حدس زد برای اطمینان یافتن از رشد بدون نقص کاهو طراحی شده است.

اوایل امسال، یک نهالستان در فلوریدا یک ناوگان از ربات ها به نام HV100 یا (Harvey) را از شرکت اتوماسیون برداشت بوستون خریداری کرد. این ربات ها که شبیه Wall-E هستند، نهال ها را در حین بزرگ شدن نظاره می کنند و در زمان لازم اقدام به بسته بندی آن ها برای فروش می کنند.



ماشین یاد شده را باید یک بار بصورت دستی در زمین مورد نظر به حرکت در آورد، بعد از آن ربات مذکور نقشه ی زمین را تهیه کرده و راه خود را خواهد یافت. برای اطمینان از حفظ کنترل همیشگی این ماشین و عدم خروج از محدوده مشخص، سازندگان آن را طوری طراحی کرده اند که به وسیله کنترل از راه دور در مواقع لزوم خاموش شود. این ربات حتی مجهز به یک رادار برای دوری از درختان و دیگر اجسام است. شرکت سازنده بر این باور است که از این ماشین در معادن و جستجو در زمین نیز می توان استفاده کرد. ربات های دیگری از جمله ربات تخمین بار محصول شرکت San Diego وجود دارند که می توانند میزان میوه جات یا سبزیجات مورد انتظار یک کشاورز را تخمین بزنند.

در سال ۲۰۱۲ یک نمونه اولیه از ربات های مخصوص کاهو در Salinas Valley در کالیفرنیا مورد آزمایش قرار گرفت. این ربات مانند یک معلم سخت گیر در زمان امتحان، میان دسته های سبز سبزیجات به آهستگی حرکت می کرد و هر بوته کاهو را با میلیون ها تصویری که در حافظه خود نگه داری می کند، مقایسه کرده و اگر تشخیص دهد که این بوته علف هرز است و یا به بوته های دیگر زیادی نزدیک است آن را می چیند و دفع می کند. تولید کنندگان این ربات، در پی توسعه آن جهت استفاده بر روی دیگر محصولات هستند.

شرکت Minnestota بیش از ۱۴ سال وقت برای تولید تراکتوری که به طور خودکار حرکت کند، صرف کرده است. این ماشین برخلاف تصورات از GPS استفاده نمی کند پس نمی تواند مانند ماشین های خودکار گوگل مسیر ها را جهت یابی کند اما از طرفی می تواند با کمک فرستنده هایی که اطراف زمین نصب می شوند محل

گسترش تکنولوژی فقط در صنایع سبزیجات و میوه جات نیست، بلکه بسیاری از تولید کنندگان محصولات لبنی، تصمیم به استفاده از ربات های شیرساز کرده اند. در واقع آنها این ربات ها را در مزارع قرار می دهند و به گاو ها این امکان را می دهند که دقیقا در زمان مناسب دوشیده شوند. علاوه بر شیردوشی، این ماشین ها قادر به ضبط میزان غذای مصرفی هر گاو، مقدار مسافت پیموده شده در روز و البته مقدار و کیفیت شیر تولیدی هستند.



هواپیماهای بدون سرنشین برای استفاده در مزارع در آینده نزدیک

همچنان که روز به روز استفاده از ابزار های بدون سرنشین استفاده های نظامی بیشتری پیدا می کنند، عده ای هم بر این باورند که می توان از این محصولات برای کشاورزی استفاده کرد.

کریس مایلی از بخش تولید هواپیماهای بدون سرنشین در شرکت AUVSI در مصاحبه با Wierd اینگونه بیان می کند که در کشاورزی موانع کمتری برای از میان برداشتن وجود دارد و همچنین کشاورزان به دلیل وجود قوانین جدید تشویقی، علاقه ای مضاعف برای تولید محصول یافته اند.

با اینکه اداره هوانوردی فدرال هنوز طرحی مبنی بر استفاده این ماشین ها در کشاورزی تصویب نکرده است، آزمایش آنها در بسیاری از مناطق آمریکا شروع شده است. بعضی از کشاورزان استفاده از این هواپیماها را آغاز کرده اند.

آنها نه تنها وضعیت محصولات را مشاهده و کنترل می کنند، بلکه کیفیت خاک را نیز آزمایش می کنند. به طور مثال تکنسین ۱۷ ساله ای از جنوب غربی کانزاس یک هواپیمای بدون سرنشین کشاورزی متعلق به شرکت AgEagle را بر روی زمین خانوادگی شان برای گرفتن عکس های مادون قرمز جهت تعیین سلامت محصولات به کار گرفته است.

خانواده او با استفاده از این عکس ها میزان کود مورد نیاز برای محصولات را تعیین می کنند. بیشتر این هواپیماها کاربردی یکسان در دادن اطلاعات هوایی از زمین زراعی جهت استفاده بهینه از آب، کود و مواد شیمیایی دارند.



آینده ربات های کشاورزی

ربات های کشاورزی خالی از اشکال نیستند. به طور مثال Mitchells و دیگر رفقاییش، باعث فرسایش خاک می شوند. با این وجود راه برگشتی وجود ندارد. انسان نیاز به غذای بیشتر دارد و غذای بیشتر راهی جز مکانیزه شدن ندارد. ما شاهد استفاده از این ماشین ها با کاربردهای گوناگون در مزارع بزرگ سرتاسر دنیا هستیم. آمریکا به طور مشخص به دنبال توسعه ربات ها برای استفاده در مزارع اطراف شهرها است. دیپارتمان کشاورزی موسسه ملی غذا و کشاورزی مبلغی معادل ۴/۵ میلیون دلار را در سال ۲۰۱۳ بر روی این تکنولوژی سرمایه گذاری کرده است. در آخر می توان گفت که این تازه شروع راه ربات های کشاورزی است.

گرد آورنده: رضا رسول زاده



Green Power Journal

Mechanics of Biosystem Engineering Association

Spring 2019