نشریه علمی ترویجی صنعت سبز نوین

دوره پنجم، شماره اول

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

شماره مجوز: ۱۳۲/۱۳۰۸۰۱

آنچه در این شماره می‌خوانیم

* ذخیره‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر در کشاورزی
* گلخانه‌های هوشمند
* بررسی انواع روش‌های فیلتراسیون و کاربرد آن‌ها
* مصاحبه با کارآفرین جوان رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم
* کاربرد اینترنت اشیاء در کشاورزی هوشمند
* معرفی شبیه سازی تزریق پلیمر به کمک نرم افزار

تاسیس
۱۳۸۰
انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
دانشگاه تهران
SAAME_UT

تاسیس
۱۳۸۰
انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
دانشگاه تهران
SAAME_UT

تاسیس
۱۳۸۰
انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
دانشگاه تهران
SAAME_UT

تاسیس
۱۳۸۰
انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
دانشگاه تهران
SAAME_UT

شناسنامه

صنعت سبز نوین

نشریه علمی ترویجی صنعت سبز نوین
مهندسی مکانیک بیوسیستم، مهندسی مکانیزاسیون و مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
دوره پنجم، شماره اول، پاییز ۱۳۹۹
شماره مجوز: ۱۳۲/۱۳۰۸۰۱

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران
مدیر مسئول و سردبیر: محمد قوشچیان
اساتید مشاور: دکتر علی جعفری(مهندسی مکانیک بیوسیستم گرایش طراحی و ساخت)، دکتر شاهین رفیعی(مهندسی مکانیک بیوسیستم گرایش انرژی‌های تجدیدپذیر)، دکتر سید سعید محتسبی(مهندسی مکانیک بیوسیستم گرایش فناوری پس از برداشت) و دکتر اسداله اکرم(مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی)

هیئت تحریریه تخصصی: نجمه توکلی (دانشجوی دکتری مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه تهران)، محمد قوشچیان (دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران)، عمار صالحی(دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران)، پوریا شجاعی (دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران)، میثم امامیان (دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران)، شایان محمددینی (دانشجوی کارشناسی مهندسی ماشینهای صنایع غذایی دانشگاه تهران)، علیرضا صبا (دانشجوی کارشناسی مهندسی ماشینهای صنایع غذایی دانشگاه تهران)

همکاران این شماره: دکتر علی جعفری (استاد تمام گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران)، محمد حاج علی اوغلی (دانشجوی کارشناسی‌ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه ساپینزای رم)، دکتر مصطفی جعفریان (دانش‌آموخته دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران، مدرس مجتمع آموزش عالی شیروان)، بهروز خوش‌قلب (دانشجوی رشته تکنولوژی تولیدات گیاهی، مجتمع آموزش عالی شیروان)، محمد صادق رهبانی (دانشجوی کارشناسی مهندسی طبیعت، دانشگاه تهران)

طراحی و صفحه آرایی: المیرا دواتگر خرسند
ویراستاران علمی و ادبی: نجمه توکلی، علیرضا صبا، میثم امامیان، پوریا شجاعی

با سپاس فراوان از حمایت‌های دکتر علی جعفری (مدیر گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران)، دکتر محمد علی زارع چاهوکی (مدیر کل فرهنگی و اجتماعی دانشگاه تهران) و دکتر مصطفی اویسی (معاون دانشجویی و فرهنگی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران) و مهندس اکبر فضل‌الهی (رئیس اداره فرهنگی و فوق برنامه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران)

sanat.sabz.pub@gmail.com
https://sanatsabzsj.ut.ac.ir
SanatSabz_UT
099037025739

بسم الله الرحمن الرحیم

فهرست

• سخن آغازین
۷

• روی خط خبر
۸

• با دو نفر شروع کردیم؛
به یک تیم قوی رسیدیم!
مصاحبه با کارآفرین جوان رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم
۱۴

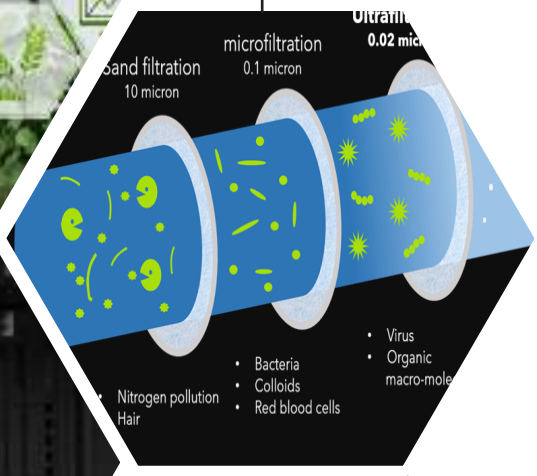
• ذخیره‌سازی انرژی‌های
تجدیدپذیر در کشاورزی
۲۰

• بررسی انواع روش‌های فیلتراسیون و کاربرد آن‌ها با استفاده از فناوری‌های غشایی نوین و پیشرفته در صنایع لبنی

۲۸

• کاربرد اینترنت اشیاء در کشاورزی هوشمند

۵۰



• معرفی شبیه سازی تزریق پلیمربه کمک نرم افزار AutodeskMoldFlow و پژوهش‌های مربوطه

۶۶

• Introduction to 4D printing and its applications in the field of mechanical engineering

۵۶

• گلخانه‌های هوشمند

۴۰

امام علی (علیه السلام) فرمودند :

العِلمُ سُلطانٌ، مَن وَجَدَهُ صالَ بِهِ، ومَن لَم یَجِدهُ صیلَ عَلَیهِ

علم، اقتدار و قدرت است، هر کس آن را بیابد، به وسیله آن غلبه پیدا می کند و هر کس آن را نیابد، بر او غلبه پیدا می کنند.

سخن آغازین

گزیده‌ای از بیانات مقام معظم رهبری در دیدار جمعی از نخبگان علمی کشور

رمز پیشرفت یک کشور، یعنی آن محور اصلی برای اقتدار یک کشور، پیشرفتِ همراه با اقتدار، علم است. آماج بسیاری از توطئه‌های امروزی که علیه جمهوری اسلامی هست، علم و اهل علم و دانشجویان علم و محیط علمی است؛ این را توجه داشته باشید. نگذارید این تیر طبق آن هدفگیری دشمن، به هدفی که آنها گرفته‌اند، اصابت کند. کار علمی را نگذارید متوقف بشود. از همه‌ی این حرف‌هایی که گفته شد، مهمتر، مسئله‌ی علم و تحقیق و پژوهش است. دنیای غرب ثروتش از ناحیه‌ی علم است، اقتدارش از ناحیه‌ی علم است، زورگوئی‌ای که امروز می‌کند، به خاطر علمی است که دارد. **پول فی نفسه اقتدار نمی‌آورد. آنی که اقتدار می‌آورد، دانش است.** امروز اگر آمریکا پیشرفتگیِ علمیِ خودش را نمی‌داشت، نمی‌توانست در دنیا اینجور زورگوئی بکند و در همه‌ی مسائل عالم دخالت بکند. **ثروت هم اگر به دست می‌آید، از ناحیه‌ی علم به دست می‌آید.** علم را اهمیت بدهید. این که من سال‌هاست روی مسئله‌ی علم، تحقیق، پژوهش، پیشرفت، نوآوری، شکستن مرزهای علمیِ موجود تکیه می‌کنم، به خاطر این است. **بدون انواع دانش، اقتدار کشور امکانپذیر نیست. دانشِ اقتدار می‌آورد.**

گیرم نطنز را بمباران کردند، کارخانه‌ی اصفهان را بمباران کردند، علم را چه جوری بمباران می‌کنند؟ علم را که نمی‌شود بمباران کرد. ببینید، **علم مصونیت می‌آورد، اقتدار می‌آورد.** مراقب باشید در دانشگاه شما، در کلاس شما، در مرکز تحقیقات شما، در کار پژوهشی شما، اختلال ایجاد نکنند. اگر دیدید دستی دارد اختلال ایجاد می‌کند، به آن دست بدبین بشوید. اقتدار شما را، آینده‌ی شما را هدف گرفته‌اند.

حالا من با شما جوان‌ها به‌خصوص، خیلی حرف دارم. یکی از کارها همین است؛ کسانی بیایند طعم نیاز بازارهای غربی را، مثلاً فرض کنید به تابلو نقاشی، به دست بیاورند، بعد بیایند اینجا، پشتیبانی مالی کنند و نقاش ما را به سمت تأمین آن نیاز سوق بدهند. عین همین قضیه در کار علمی ماست؛ **در مقاله‌ای است که در آی.اس.آی منتشر می‌شود؛** در موضوع تحقیقی است که شما در پژوهشگاه خودتان دنبال می‌کنید. به تعبیر متأسفانه رائج فرنگیِ امروز، اسپانسرها می‌آیند در بخش‌های مختلف، کمک‌های مالی، کمک‌های مادی، اعانه‌ها را می‌گذارند برای اینکه در آن جهت کار انجام بگیرد. به این توجه کنید. **استقلال علمیِ کشور** یکی از لوازمش همین است: **استقلالِ حرکت علمی**، حرکت هنری و به طریق اولی، حرکت سیاسی. بعضی از حرکات سیاسی هم از این قبیل است.

روی خط خبر

علیرضا صبا

دانشجوی کارشناسی مهندسی ماشین‌های صنایع‌غذایی، دانشگاه تهران

alireza.saba@ut.ac.ir

افتخارآفرینی صنعت سبز نوین در جشنواره بین‌المللی حرکت

نشریه علمی ترویجی صنعت سبز نوین برترین نشریه فنی و مهندسی کشور در جشنواره بین المللی حرکت شد.

مراسم اختتامیه دوازدهمین جشنواره بین‌المللی حرکت سه شنبه ۲۱ مرداد ماه با حضور دکتر منصور غلامی وزیر علوم، تحقیقات و فناوری، در دانشگاه الزهرا (س) به‌صورت برخط برگزار شد و دانشگاه تهران به‌عنوان دانشگاه برگزیده انتخاب شد.

انجمن‌های علمی دانشجویی دانشگاه تهران با کسب ۱۸ مقام در این جشنواره نسبت به دانشگاه‌های دیگر در جایگاه اول قرار گرفتند.

در بخش نشریات برتر فنی و مهندسی، نشریه صنعت سبز نوین که در حوزه‌های مهندسی مکانیک بیوسیستم، مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی و مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی فعالیت می‌کند، رتبه اول را کسب کرد.

حرکت
بین المللی
جشنواره
دوازدهمین
برگزیده

VIRTUAL
FESTIVAL

قرارگرفتن ۴ عضو هیأت علمی گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی در میان ۲ درصد دانشمندان برتر جهان

بر اساس نتایج یک پژوهش علمی از دانشمندان برتر جهان بر اساس شاخص‌های استنادی استاندارد، ۷۲ عضو هیأت علمی دانشگاه تهران در بین ۲ درصد دانشمندان برتر جهان قرار گرفتند که در این میان، ۷ نفر از اعضای هیأت علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی حضور دارند.

آقای دکتر شاهین رفیعی، آقای دکتر محمود امید، آقای دکتر مرتضی آغباشلو و آقای دکتر حسین موسی‌زاده، اساتید گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران در میان دو درصد دانشمند برتر جهان قرار گرفتند.

گفتنی است این ارزیابی توسط یک تیم تحقیقاتی از دانشگاه استنفورد صورت گرفته و نتایج آن اخیراً در نشریه PLOS BIOLOGY منتشر شده است.

این رده‌بندی مبتنی بر دیتابیس پژوهشی یکصد هزار دانشمند به تفکیک دو بازه زمانی بلندمدت (تا پایان سال ۲۰۱۹) و کوتاه‌مدت (فقط سال ۲۰۱۹) بوده است. بنا بر اعلام آخرین به‌روزرسانی این پایگاه که بر اساس استنادات ارجاعی پایگاه داده‌های علمی Scopus انجام می‌شود؛ از ایران ۴۳۳ پژوهشگر در لیست ۲ درصد دانشمند برتر قرار گرفته‌اند.

دبیر و اعضای شورای مرکزی انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی انتخاب شدند

انتخابات انجمن‌های علمی دانشجویی دانشگاه تهران ۲۹ مهر ۱۳۹۹ برگزار شد. در این انتخابات محمدقوشچیان، زهرا حاج‌علی اوغلی، عمار صالحی، نجمه توکلی و محمدرسول شعبانی شادیانی به عنوان اعضاء اصلی شورای مرکزی و مبینا رسولی اصل به عنوان عضو علی‌البدل این شورا انتخاب شدند.

در نخستین جلسه اعضاء شورای مرکزی انجمن، محمد قوشچیان به عنوان دبیر انجمن به معاونت دانشجویی و فرهنگی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران معرفی شد.

انتخاب دبیر انجمن علمی گروه به عنوان دبیر دبیران انجمن‌های پردیس

محمد قوشچیان به عنوان دبیر دبیران انجمن‌های علمی دانشجویی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتخاب شد.

در جلسه‌ای مجازی با حضور مسئولان فرهنگی و دبیران انجمن‌های علمی دانشجویی پردیس که ۹ آذر ۱۳۹۹ برگزار شد؛ محمد قوشچیان، دبیر انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی به عنوان دبیر دبیران انجمن‌های علمی دانشجویی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتخاب شد.

از سوابق قوشچیان می‌توان به مدیرمسئولی و سردبیری نشریه صنعت سبز نوین، نشریه برتر فنی مهندسی کشور در جشنواره بین المللی حرکت، سرپرست غرفه پردیس در جشنواره روز جهانی علم سال ۱۳۹۷ دانشگاه تهران، غرفه برتر آن جشنواره و دبیر علمی برنامه روز جهانی علم در سال ۱۳۹۸ اشاره کرد.

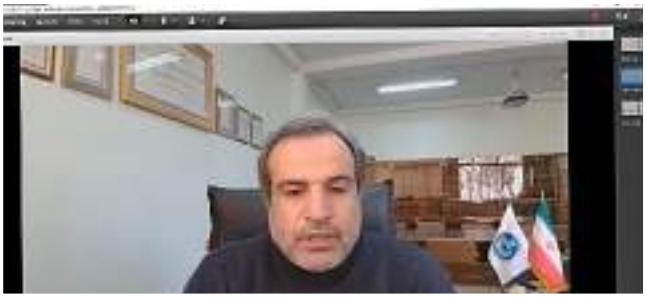
جلسه معارفه نودانشجویان مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون دانشگاه تهران برگزار شد

جلسه معارفه نودانشجویان مقاطع مختلف تحصیلی گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی ۱۶ آذر ۱۳۹۹ و به صورت مجازی برگزار شد. به همت انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران، جلسه معارفه دانشجویان ورودی جدید این گروه، با حضور و سخنرانی دکتر جعفری، مدیریت محترم گروه، دکتر مبتکر، معاونت محترم گروه و دکتر محتسبی، استاد راهنمای محترم ورودی‌های کارشناسی ۱۳۹۹ و دیگر اعضاء هیأت علمی گروه برگزار شد.

در این جلسه که به صورت برخط صورت پذیرفت؛ علاوه بر مسابقه و سخنرانی اساتید، دانشجویان ورودی به معرفی خود پرداختند. همچنین چندتن از دانش‌آموختگان موفق گروه نیز به انتقال تجربیات خود از دوران تحصیل و بیان نکاتی جهت موفقیت پس از دانش‌آموختگی پرداختند. در این جلسه معرفی کاملی از فعالیت‌های انجمن علمی دانشجویی گروه صورت گرفت و دبیر انجمن نیز در سخنانی به معرفی این تشکل پرداخت.

افتخارآفرینی دانش‌آموخته گروه ماشین‌های کشاورزی در جشنواره پژوهش و فناوری دانشگاه تهران

دانش‌آموخته گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران توانست در جشنواره پژوهش و فناوری این دانشگاه افتخارآفرینی کند. پایان‌نامه شمسی سودمند مقدم، دانش‌آموخته پردیس کشاورزی و منابع طبیعی به راهنمایی دکتر محمد شریفی، دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی با عنوان «بررسی مصرف انرژی در فرآیند خشک‌کردن به‌لیمو با استفاده از یک خشک‌کن جریان پیوسته مجهز به سامانه پیش‌گرمایش خورشیدی» به عنوان پایان‌نامه نمونه مقطع کارشناسی ارشد در بیست و نهمین جشنواره پژوهش و فناوری دانشگاه تهران برگزیده شد.



تاسیس
۱۳۸۰
انجمن علمی گروه ماشین های کشاورزی

معاونت پژوهشی
29th
RESEARCH
FESTIVAL
University of Tehran
بیست و نهمین
جشنواره
پژوهش و فناوری
دانشگاه تهران
https://rut.ac.ir/research99
دانشگاه تهران

با دو نفر شروع کردیم؛ به یک تیم قوی رسیدیم!

مصاحبه با مهندس هادی آشتیانی، کارآفرین جوان تولیدکننده ماشین‌های بسته‌بندی

پوریا شجاعی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه تهران

pouria_shojaie@ut.ac.ir

علیرضا صبا

دانشجوی کارشناسی مهندسی ماشین‌های صنایع‌غذایی، دانشگاه تهران

alireza.saba@ut.ac.ir

بسته‌بندی محصولات کشاورزی و غذایی به یکی از مهم‌ترین چالش‌های اساسی اقتصاد و صنعت کشور ما تبدیل شده است. چه بسیار محصولات با کیفیتی که تنها به خاطر بسته‌بندی ضعیف، رقابت در بازارهای جهانی را از دست می‌دهند!

اما مهندسان و جوانان خوش‌فکر ایرانی با تلاش و پشتکار و باور به اصل «ما می‌توانیم» گام‌های شجاعانه‌ای را در جهت پرکردن جای خالی بسته‌بندی در صنعت کشاورزی برداشته‌اند. دانش‌پژوهان و متخصصینی که در همین خاک پرورش و رشد علمی خود را طی کردند و امروز برای همین خاک و همین مردم از تمام توانشان برای اعتلای صنعت کشاورزی کشور تلاش می‌کنند.

صنعت سبز نوین در این شماره به سراغ یکی از جوانان خوش‌فکر و باپشتکار ایرانی رفته که هم دستی در کشاورزی دارد و هم مهندس است و برای بسته‌بندی محصولات تولیدی خود و هزاران کشاورز دیگر دست به کار شده و به تولید خط کامل سورت (درجه‌بندی) و بسته‌بندی سیب زمینی، دستگاه سایزبندی میوه و مرکبات، دستگاه فرچه‌زنی سیب‌زمینی و انواع دستگاه‌هایی که در این زمینه استفاده می‌شود؛ پرداخته است.

فرصتی است تا چند خطی پای صحبت‌های مهندس هادی آشتیانی بنشینیم.

آشتیانی متولد ۱۳۶۷ در استان همدان است. دوره تحصیلات کارشناسی خود را در رشته مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی و در دانشگاه رازی کرمانشاه سپری کرده است. این مهندس خلاق و با پشتکار توانست تا مدرک کارشناسی ارشد خود را در گرایش انرژی‌های تجدیدپذیر رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم از دانشگاه تهران کسب کند.

او به کمک دوست قدیمی خود، آقای حسین طیبی کامران که صنعتگریست چیره دست، توانست علم را به فناوری تبدیل کند.

فعالیت ما از سال ۱۳۹۸ با دو نفر نیرو در یک کارگاه کوچک و با تجهیزات بسیار اندک آغاز شد. کل سرمایه در گردش ما در شروع کار فقط ۱۰ میلیون تومان بود.

صنعت سبز نوین: ممکن هست برای ما فعالیت و محصول شرکت خود را توضیح دهید؟ از چه سالی این فعالیت را شروع کرده‌اید و شروع فعالیت شما به چه شکلی بوده است؟ از کجا و با چه امکاناتی شروع کردید؟

کار ما تولید دستگاه‌های سورت و بسته‌بندی محصولات کشاورزی مانند سیب زمینی، سیب، پرتقال و... است. فعالیت ما از سال ۱۳۹۸ با دو نفر نیرو در یک کارگاه کوچک و با تجهیزات بسیار اندک آغاز شد. کل سرمایه در گردش ما در شروع کار فقط ۱۰ میلیون تومان بود. کارگاه فعلی ما ۱۵۰ متر مربع می‌باشد و دستگاه‌هایی که در این کارگاه استفاده می‌کنیم شامل دستگاه تراش، دستگاه پرس برک، گیوتین، دریل ستونی، برش پلاسما، جوش CO_2، جوش آرگون و انواع اره است.

صنعت سبز نوین: چطور نیاز تولید این دستگاه را احساس کردید و وضعیت این دستگاه، قبل از تولید شما چطور بود؟

از آنجایی که ما به شغل کشاورزی نیز مشغول بودیم و سیب‌زمینی یکی از تولیدات مهم ما بود، با مشکلات بسته‌بندی و بازاررسانی این محصول به خوبی آشنا بودیم و می‌دانستیم که دستگاه‌های موجود از نظر کمیت و کیفیت و نیز از نظر به‌روز بودن توانایی پاسخگویی به نیاز کشاورزان را دارا نیستند.

صنعت سبز نوین: اعضای اصلی تیم شما چند نفر هست و هر یک چه وظیفه‌ای برعهده دارد؟ و این که با این تیم ظرفیت تولید شما چند دستگاه در سال است؟

همان طور که گفتم ما در آغاز فعالیت، کارمان را با دو نفر شروع کردیم و بیشتر کارها را خودمان انجام می‌دادیم اما با پیشرفت کار نیاز به نیروهای جدید و متخصص احساس شد.

هم‌اکنون یک نفر مسئول طراحی، دو نفر در قسمت جوشکاری و مونتاژ، یک نفر مسئول حمل و نقل، یک نفر مسئول نقاشی، یک مهندس برق صنعتی مسئول سیستم برق دستگاه‌ها، یک نفر مسئول خرید و یک نفر نیز در بخش چاپ و تبلیغات مشغول به فعالیت است. گفتنی است که ظرفیت تولید ما در سال ۱۰۰ دستگاه است.

صنعت سبز نوین: بازار فروش شما چه استان‌هایی است؟ و آیا برای بالابردن سهمتان از بازار طرح توسعه‌ای دارید؟ در زمینه رقابت با سایر تولیدکنندگان در صنعت تولید ملزومات کشاورزی چه برنامه‌ای دارید؟

محصولات ما به استان‌هایی همچون همدان، کردستان، لرستان، کرمانشاه، اردبیل، ارومیه، کرمان و گلستان ارسال می‌شود.

بله، برای بالابردن سهم خود در بازار برنامه

داریم. افزایش ظرفیت تولید، تجهیز دستگاه‌ها به سیستم‌های پیشرفته هوش مصنوعی و پردازش تصویر از برنامه‌های آینده ما است.

یکی از پارامترها در بازار رقابت که همیشه از اهمیت به‌سزایی برخوردار بوده است قیمت می‌باشد. ضمانت دستگاه، خدمات پس از فروش و قطعات مرغوب نیز یکی دیگر از عوامل مهم است که هر تولید کننده‌ای برای در دست داشتن بازار باید به این عوامل توجه داشته باشد.

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

به نظر من در حال حاضر مهم‌ترین مشکل، عدم ورود اتوماسیون به این صنعت در کشور است.

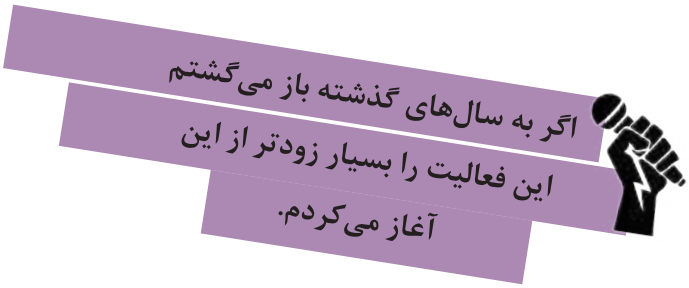
صنعت سبز نوین: آیا به رسم جدید وارد بازار اینترنتی شده‌اید؟

بله، ما هم اکنون یک صفحه در شبکه مجازی تحت عنوان sorena_group داریم که تصاویر و اطلاعات مربوط به دستگاه‌ها و خدمات خود را نمایش می‌دهیم.

به نظر من در حال حاضر مهم‌ترین مشکل صنعت تولید ملزومات کشاورزی در ایران، عدم ورود اتوماسیون به این صنعت در کشور است.

صنعت سبز نوین: تأثیر گذراندن تحصیلات تکمیلی دانشگاه را در فعالیت خود چگونه می‌بینید؟

ورود به دانشگاه تهران در مقطع کارشناسی ارشد برای من علاوه بر آشنایی با موضوعات پژوهشی به روز و چالشی، آشنایی با اساتید و دوستان جدید را به همراه داشت که در شکل‌گیری مسیر شغلی من مؤثر بود.



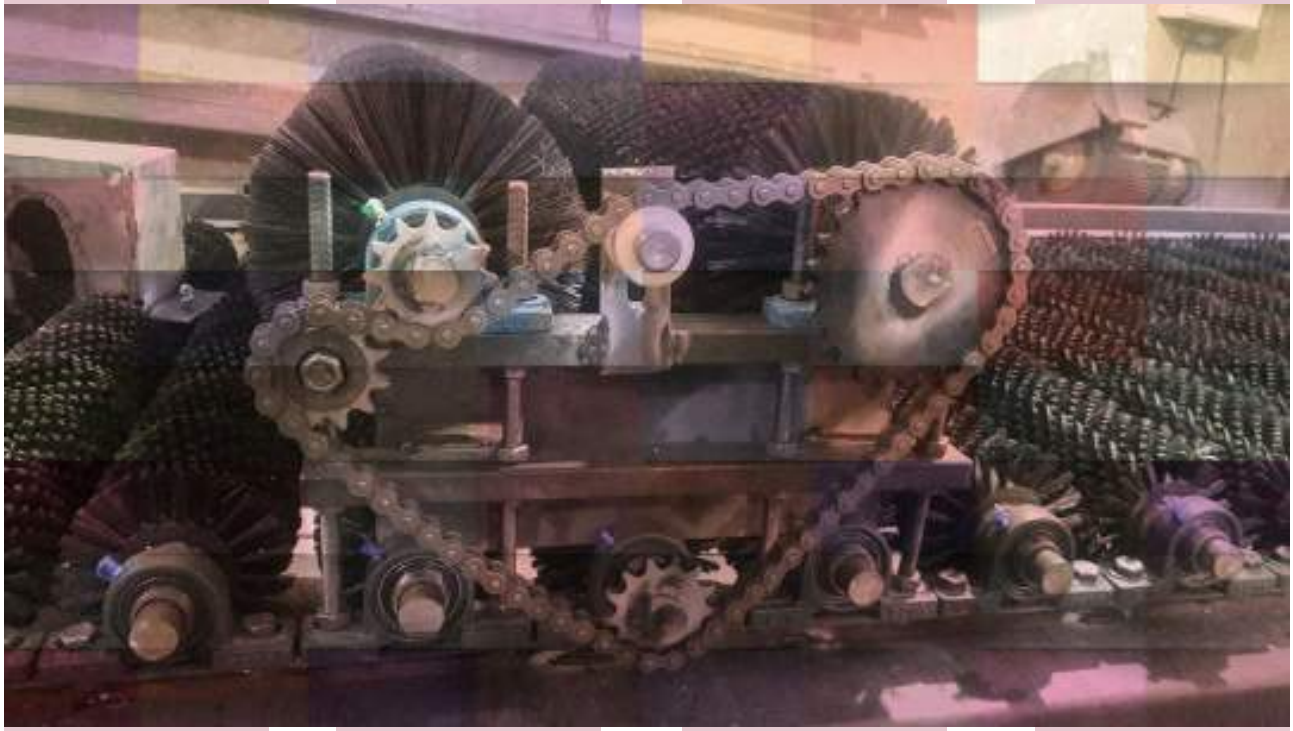
صنعت سبز نوین: آیا در سال‌های گذشته اشتباهی مرتکب شده‌اید که اگر به آن سال‌ها بازگردید دیگر آن را تکرار نمی‌کنید؟

اگر به سال‌های گذشته باز می‌گشتم این فعالیت را بسیار زودتر از این آغاز می‌کردم.

صنعت سبز نوین: ضمن تشکر از شما اگر مطلب دیگری لازم هست که اضافه کنید، بفرمایید.

از فرصتی که در اختیار تیم ما قرار دادید تا گوشه‌ای از فعالیت خود را معرفی کنیم سپاس‌گزاری می‌کنم.

پای صحبت‌ها و دغدغه‌های یک جوان کارآفرین موفق نشستیم و راه‌ها و گام‌هایی که این جوان با طی‌کردن و برداشتن آن‌ها به این جایگاه رسید را فهمیدیم. حال این وظیفه ماست که آستین‌هایمان را بالا بزنیم، و با توکل بر خدا و تکیه بر توانمندی‌هایمان برای ساختن فردایی بهتر تلاش کنیم.



ذخیره‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر در کشاورزی

https://b2n.ir/savingenergy

https://b2n.ir/savingenergy2

مصطفی جعفریان

دانش‌آموخته دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم
دانشگاه تهران و مدرس مجتمع آموزش عالی شیروان

m.jafarian@ut.ac.ir

چکیده

بخش کشاورزی به منظور پاسخگویی به نیاز روزافزون غذا برای جمعیت رو به رشد کره زمین و فراهم‌کردن مواد غذایی کافی و مناسب، به مصرف انرژی‌های گوناگون وابسته است. امروزه به دلیل پایان‌پذیری منابع انرژی فسیلی، ضرورت نگهداری آن‌ها برای نسل‌های بعد، محدودیت‌های برق‌رسانی و تأمین سوخت برای نقاط دورافتاده و همچنین آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه‌ی سوخت‌های فسیلی، توجه جامعه جهانی به انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش پیدا کرده است. برای اکثر منابع انرژی‌های تجدیدپذیر به ویژه انرژی گرمایی خورشید، انرژی زمین‌گرمایی و انرژی گرمای هدررفت، زمان و حتی مکان تولید و مصرف آن‌ها متفاوت است. در انرژی‌های تجدیدپذیر به دلیل ماهیت متغیر و متناوبشان، امکان پیش‌بینی توان خروجی تولیدی مشکل بوده و این مسئله باعث نوسان شدید در توان خروجی می‌شود که این امر مشکلات فراوانی را برای عملکرد سامانه به همراه خواهد داشت؛ لذا نیازمند روشی مناسب، جهت بهره‌برداری بهینه هستند. از جمله مهم‌ترین روش‌های بهینه‌سازی در بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌کارگیری سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی است تا تعادل بین تولید و مصرف برقرار شود. در این مقاله روش‌های مختلف ذخیره‌سازی انرژی با توجه ویژه به انرژی حرارتی بررسی می‌شوند. همچنین مزایا، معایب و محدودیت‌های به‌کارگیری آن‌ها ارزیابی خواهد شد.

افزایش نیاز بشر به انرژی، مشکلاتی از قبیل مکان و زمان متفاوت تولید و مصرف انرژی و گران بودن انرژی در بعضی از ساعات شبانه‌روز، اهمیت ذخیره‌سازی انرژی را آشکار نموده است. ذخیره‌سازی انرژی عموماً به شکل‌های مکانیکی، الکتریکی و حرارتی صورت می‌گیرد که در ادامه به توضیح آن‌ها پرداخته می‌شود.

ذخیره‌ی انرژی الکتریکی

این روش شامل ذخیره‌ی انرژی در باتری، ذخیره‌ی انرژی در ابرخازن و ذخیره‌ی انرژی مغناطیسی در ابررساناها است. برای ذخیره‌ی این نوع انرژی در باتری، با اتصال منبع انرژی الکتریکی به آن عمل شارژ صورت می‌گیرد. باتری، این انرژی را به‌صورت شیمیایی نگهداری می‌کند و در قطب‌های آن با تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی قابل دریافت است.

ذخیره‌ی انرژی شیمیایی

این نوع ذخیره‌سازی بر اساس جذب و آزادسازی انرژی از طریق شکست و تغییر شکل پیوند مولکولی در واکنش شیمیایی کاملاً برگشت‌پذیر انجام می‌شود. مقدار ماده، نوع واکنش و میزان تغییر، بر گرمای ذخیره شده تأثیر مستقیم دارند. روش‌های صنعتی شده این نوع ذخیره‌سازی عبارت‌اند از: باتری‌های الکترومکانیکی[1]، ذخیره‌ی مولکولی ارگانیک[2] و ذخیره در پمپ حرارتی شیمیایی[3].

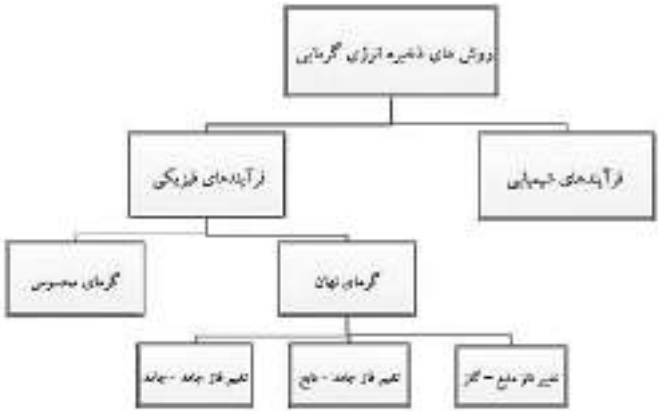
ذخیره‌ی انرژی مکانیکی

این ذخیره‌سازی، عموماً در قالب انرژی گرانشی، ذخیره آب در مخزن مرتفع، هوای فشرده، چرخ طیار و هیدروالکتریک انجام می‌پذیرد. هنگامی که به انرژی خروجی زیادی نیاز نباشد، انرژی مازاد ذخیره می‌شود و در زمان نیاز آزاد شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازم به توضیح است که در ذخیره آب در مخزن مرتفع، توان مازاد به صورت انرژی گرانشی آب توسط پمپ به داخل یک مخزن مرتفع برای استفاده بعدی ذخیره‌سازی می‌شود. در ذخیره‌سازی انرژی به صورت هوای فشرده شده، توان مازاد به صورت انرژی پتانسیل فشاری توسط کمپرسور به داخل یک مخزن هوای فشرده برای استفاده بعدی ذخیره‌سازی می‌شود.

ذخیره‌ی انرژی گرمایی

ذخیره‌سازی انرژی گرمایی به‌صورت تغییر در انرژی درونی مواد به شکل محسوس، نهان، ترموشیمیایی و یا ترکیبی از آن‌ها صورت می‌گیرد. در حالت ذخیره گرمای محسوس، انرژی به‌وسیله افزایش دما در جامدات یا مایعات ذخیره می‌شود. مقدار ذخیره گرما در این حالت به گرمای ویژه، تغییر دما و مقدار ماده بستگی دارد. آب به دلیل ظرفیت گرمایی بالا و ارزان بودن یکی از بهترین مواد برای این نوع ذخیره است. روغن‌ها، نمک‌های مذاب و فلزات مایع از دیگر موارد مورد استفاده می‌باشند؛ اما ذخیره گرمای نهان، بر اساس جذب و آزادسازی انرژی از طریق تغییر فاز از جامد به مایع، جامد به گاز یا مایع به گاز و برعکس انجام می‌شود. با استفاده از این روش می‌توان انرژی حرارتی را با چگالی بسیار بالا ذخیره کرد و همچنین انجام این فرآیند، در شرایط تقریباً دما ثابت صورت می‌گیرد.

1.Electromechanical batteries
2.Organic molecular storage
3. Chemical heat pump storage



انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی یکی از منابع انرژی تجدیدپذیر است که به طور گسترده در بخش کشاورزی برای کاربردهای مختلف استفاده می‌شود که موجب تسهیل زندگی و افزایش بهره‌وری تولید می‌شود. از جمله این موارد می‌توان به خشک‌کردن محصولات زراعی، باغی و دانه‌ها، تولید آب گرم مصرفی در دامپروری‌ها، مرغداری‌ها، گلخانه‌ها و سایر تأسیسات کشاورزی اشاره نمود (Resch et al., 2008). به دام انداختن انرژی حرارتی خورشید جهت استفاده در گلخانه‌ها و نیز بهره‌برداری از الکتریسیته تولید شده از انرژی خورشیدی در دامداری‌ها و واحدهای کوچک تولیدی نیز از راهبردهای مهم استفاده از آن است (Motamed Shariati et al., 2016). با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران، در میان انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی خورشید می‌تواند سهم به‌سزایی در تأمین انرژی در ایران داشته باشد. از نظر جغرافیایی ایران بر روی کمربند خورشیدی جهان قرار گرفته و از این لحاظ دارای موقعیت بسیار خوبی است. شایان ذکر است که شدت تابش در کشور ایران از بسیاری از نقاط اروپا که استفاده وسیعی از انرژی خورشیدی می‌نمایند نیز بیشتر است (لایقی، ۱۳۹۴).

یکی از مصادیق اصلی به‌کارگیری انرژی خورشیدی که در بخش کشاورزی هم کاربرد زیادی پیدا کرده است، سامانه‌های جمع‌کننده‌ی خورشیدی[1] هستند. با این وجود، بزرگ‌ترین مشکلی که امروزه کاربران این سامانه‌ها با آن مواجه هستند، عدم کارآیی جمع‌کننده‌ها در شب و یا هوای ابری است؛ به این دلیل که میزان تابش خورشید، در طول شبانه‌روز هیچ‌گاه ثابت نبوده و در شب به صفر می‌رسد این در حالی است که نیاز به انرژی در تمام ساعات شبانه روز همواره وجود دارد.

جمع‌کننده‌های خورشیدی

گرمایش آب و فضا، مجموعاً بیش از ۸۰ درصد انرژی در ساختمان‌ها را مصرف می‌کنند. لذا با توجه به سهم ساختمان در مصرف انرژی، بیش از یک سوم کل انرژی مصرفی جهان برای گرمایش، مصرف می‌شود. در این میان، گرمایش آب به طور متوسط ۲۰ تا ۳۰ درصد از کل انرژی مصرفی در ساختمان‌ها را دربرمی‌گیرد. استفاده از انرژی خورشیدی در قیاس با سایر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر برای اهداف گرمایشی از مقبولیت و اهمیت زیادی برخوردار است؛ دلیل آن کاربری فنی ساده‌تر، محدوده‌ی دمایی متوسط و نیز اقتصادی بودن آن است. در صورت استفاده از آبگرم‌کن‌های خورشیدی می‌توان سالیانه حدود ۷۰% انرژی مورد نیاز برای گرمایش آب در ساختمان‌ها را تأمین کرد و در مناطق سردسیر، هزینه سالیانه انرژی خانوار را تا ۵۰% می‌توان کاهش داد (فرامرز و عزیزی، ۱۳۹۲).

در حالت کلی، نحوه کارکرد آبگرم‌کن خورشیدی بدین صورت است که در روزهای آفتابی، انرژی خورشید برای گرم‌کردن آبی که از داخل لوله‌هایش عبور می‌کند، استفاده می‌شود. در سامانه‌ی گرمایشی مستقیم، آب در حین عبور از صفحات و شیشه‌ای که در پشت‌بام خانه قرار دارند گرم می‌شود. سپس آب گرم شده در یک مخزن ذخیره‌ی عایق شده که معمولاً در بالای صفحات قرار دارد ذخیره می‌شود. گاهی یک سامانه گرم‌کن کمکی پشتیبان هم در مجموعه قرار داده می‌شود تا دمای آب را در روزهایی

1. Solar collector Systems

که ممکن است انرژی خورشیدی برای تأمین آب گرم، کافی نباشد بالا ببرد. سامانه گرم‌کن کمکی معمولاً از برق، گاز (طبیعی یا مایع) و یا سوخت جامد استفاده می‌کند. سامانه‌های غیرمستقیم از یک مبدل حرارتی استفاده می‌کنند و برای مناطقی که مستعد یخ‌زدن هستند توصیه می‌شوند. روش کار به این صورت است که آب مخلوط‌شده با مقداری ضدیخ (اتیلن گلیکول)، درون لوله‌ها جریان می‌یابد و حرارت جذب شده از خورشید توسط مبدل حرارتی به آب داخل تانک ذخیره، منتقل می‌شود (Salameh, 2014). استفاده از آبگرم‌کن خورشیدی از دیدگاه حفظ محیط زیست و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، سرمایه‌گذاری بسیار خوبی است. از طرفی از این سامانه‌ها می‌توان برای تأمین انرژی خشک‌کردن محصولات کشاورزی، گرم‌کردن دامداری‌ها و مرغداری‌ها و تأمین آب گرم تأسیسات کشاورزی و فن‌آوری‌های پس از برداشت نیز استفاده کرد.

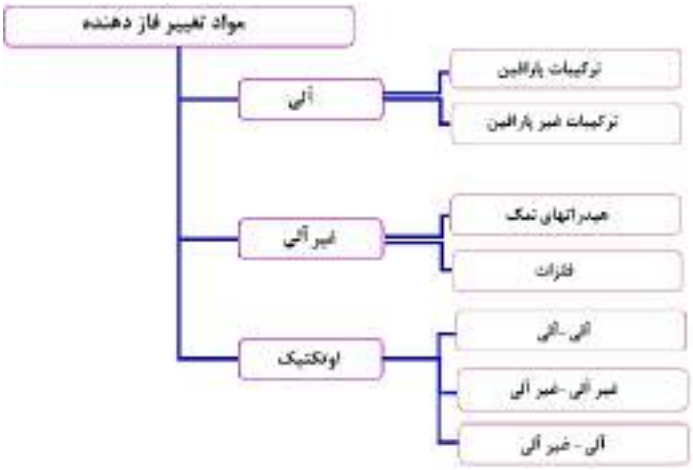
مواد تغییر فاز دهنده (PCMs)

تغییر فاز مواد، از مهم‌ترین پدیده‌های فیزیکی است که به‌صورت روزمره در طبیعت اتفاق می‌افتد. از جمله مهم‌ترین پدیده‌های طبیعی که با تغییر فاز همراه هستند می‌توان از ذوب، انجماد، تبخیر، میعان و تصعید نام برد. مثال‌های رایج آن عبارتند از ذوب شدن یخ، یخ‌زدن آب، سوختن شمع و... .

نحوه تغییر فاز با افزایش سطح انرژی

در میان روش‌های ذخیره‌سازی انرژی حرارتی بیان شده، ذخیره انرژی به شکل نهان به دلیل چگالی بالای ذخیره انرژی و مشخصه‌های منحصر به فرد آن در ذخیره گرما در دمای ثابت هنگام تغییر فاز، روشی قابل قبول‌تر می‌باشد. اهمیت ذخیره انرژی به‌صورت گرمای نهان زمانی مشخص می‌شود که توجه شود گرمای ذخیره شده در یک کیلوگرم آب در فرآیند ذوب یخ صفر درجه سلسیوس، برای گرم‌کردن یک کیلوگرم آب صفر درجه سلسیوس به دمای ۸۰ درجه سلسیوس کافی است (Raoux et al., 2012). در واقع نحوه عملکرد این مواد به این صورت است که با افزایش دمای آن‌ها تا نقطه ذوب با تغییر فاز از حالت جامد به مایع، انرژی حرارتی را در خود ذخیره می‌کنند و با کاهش دمای آن‌ها تا نقطه انجماد با تغییر فاز از حالت مایع به جامد انرژی حرارتی ذخیره‌شده را آزاد می‌کنند.

در کاربردهای صنعتی از این پدیده، برخی از مواد به علت دارا بودن گرمای نهان بالا، دمای تغییر فاز مناسب و تغییر حجم کم در هنگام تغییر فاز، در سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی حرارتی استفاده می‌شوند. این مواد با عنوان کلی مواد تغییر فاز دهنده (PCM)[1] شناخته می‌شوند. امروزه از مواد تغییر فاز دهنده برای ذخیره‌سازی انرژی حرارتی در نیروگاه‌های خورشیدی، خنک‌کردن و تهویه هوای اتاق، جلوگیری از آتش‌سوزی، اجاق‌های گرم‌کننده، ذخیره‌سازی انرژی حرارتی اتلافی، مدیریت حرارتی تجهیزات الکترونیکی، کاربردهای ساختمانی، بازیافت حرارتی و ... استفاده می‌شود.



دسته‌بندی مواد تغییر فاز دهنده

برای انرژی گرمایی خورشید، بهترین روش این است که در ساعاتی که میزان تابش خورشید بیش از حد نیاز است، انرژی مازاد ذخیره شود و در زمان کاهش میزان تابش، استفاده شود. ذخیره‌سازی گرمای نهان به عنوان یک راه حل کاربردی برای حل مشکل فوق می‌تواند به کار گرفته شود. از میان روش‌های ذخیره‌سازی انرژی گرمایی، سامانه‌هایی که از مواد تغییر فاز دهنده بهره می‌گیرند، عمومیت و محبوبیت بیشتری نسبت به سایر سامانه‌ها پیدا کرده‌اند.

یکی دیگر از کاربردهای انرژی خورشیدی در بخش کشاورزی، گرمایش گلخانه‌ها است. گلخانه‌های تجاری به طور معمول برای تأمین نیازهای روشنایی خود از خورشید استفاده می‌کنند، برخی به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که بتوانند از گرمای خورشید نیز استفاده کنند. طراحی این گلخانه‌ها به این صورت است که انرژی خورشیدی را در طول روز آفتابی جمع‌آوری کرده و به صورت حرارت ذخیره می‌کنند و در شب و یا در طول دوره‌های زمانی که هوا ابری است استفاده می‌کنند.

ویژگی‌های گلخانه‌های خورشیدی که آن‌ها را از گلخانه‌های معمولی متمایز می‌کند، عبارتند از:

۱. جهت پوشش شفاف، به‌گونه‌ای است که حداکثر حرارت خورشید را در طول زمستان دریافت می‌کنند؛

۲. در آن‌ها از مواد ذخیره‌ساز حرارت برای نگهداری گرمای خورشید استفاده شده است؛

۳. در قسمت‌هایی که در آن نور خورشید کم است و یا نور مستقیم خورشید وجود ندارد عایق‌کاری بیشتر صورت می‌گیرد؛

۴. از مواد شفاف عایق با روش‌های نصب خاص که حداقل اتلاف حرارتی را دارند استفاده می‌شود؛

۵. تمهیداتی برای تهویه طبیعی به منظور خنک‌سازی در تابستان در نظر گرفته می‌شود.

در گلخانه‌های خورشیدی، سامانه‌ی گرمایش خورشیدی به همراه سامانه‌ی گرمایش گازی یا برقی تکمیل می‌شود. در گلخانه‌های خورشیدی فعال برای به حرکت در آوردن هوا یا آب گرم شده از مناطق ذخیره‌سازی به مناطق دیگر گلخانه از پمپ استفاده می‌شود.

استفاده از گلخانه خورشیدی در تولید محصولات کشاورزی در دو دهه گذشته چند برابر شده است. هدف اصلی یک گلخانه، تولید محصول با عملکرد بالاتر در خارج از فصل کشت با حفظ دمای مطلوب در هر مرحله از رشد گیاه است. سامانه‌ی گرمایش (یا خنک کننده) مناسب برای این منظور در گلخانه‌ها

1. Phase Change Material

وجـود دارد کـه تأثیـر قابـل توجهـی در زمـان کشـت، کیفیـت و کمیـت محصـولات دارد. پژوهش‌هـای مسـتمر در ایـن زمینـه بـه پیشـرفت سـریع و تجاری‌سـازی ایـن سـامانه‌ها بـا نتایـج رضایت‌بخـش منجـر شـده اسـت.

سـامانه‌ی گرمایـش گلخانـه‌ای در طـول روز بـرای افزایـش ذخیره‌سـازی انـرژی حرارتـی، حـرارت مـازاد را از داخـل گلخانـه بـه منطقـه ذخیره‌سـازی گرمـا انتقـال می‌دهـد. ایـن حـرارت در شـب نیازهـای گرمایشـی گلخانـه را فراهـم می‌کنـد. مهم‌تریـن سـامانه‌های ذخیره‌سـاز گرمایشـی گلخانـه‌ای عبارتانـد از: ذخیره‌سـازی در آب، ذخیره‌سـازی در سـنگ‌فرش و ذخیره‌سـازی در مـواد تغییـر فـاز دهنـده. عـلاوه بـر ایـن، از عایق‌هـای قابـل حمـل (پـرده حرارتـی) و ذخیره‌سـاز دیـوار شـمالی نیـز بـرای بـالا بـردن درجـه حـرارت هـوا در گلخانه‌هـا اسـتفاده می‌شـود.

عوامـل دیگـری ماننـد انـدازه گلخانـه، نـوع مـواد پوشـش‌دهنده، روش ذخیره‌سـازی گرمـا، مقـدار مـواد استفاده‌شـده، نـوع کشـت، درجـه حـرارت هـوای مـورد نظـر داخـل در طـول روز و شـب، محـل گلخانـه و شـرایط محیطـی خـارج در عملکـرد کلـی سـامانه‌ی گرمایـش گلخانـه تأثیـر دارد.

کاربرد در زمینه مواد غذایی

حفـظ دمـای غـذا در فاصلـه بیـن تولیـد و مصـرف، از مشـکلات عمـده تولیدکننـدگان مـواد غذایـی اسـت کـه کاربـرد مـواد تغییـر فـاز دهنـده در ایـن زمینـه مشـکلات عمـده حفـظ دمـای غـذا را تـا لحظـه تحویـل حـل می‌نمایـد.

ذخیره‌سازی سرما

سـامانه‌های ذخیره‌سـازی یـخ بـه دو نـوع کلی اسـتاتیک و دینامیـک تقسـیم می‌شـوند. در سـامانه‌های اسـتاتیک، تولیـد و ذخیـره یـخ در یـک جـا انجـام می‌شـود و در سـامانه‌های دینامیکـی، یـخ پـس از تولیـد بـه مخـزن ذخیره‌سـازی منتقـل می‌شـود. روش اسـتاتیکی بـه فضـا و هزینـه اولیـه کمتـری در مقایسـه بـا روش دینامیکـی

نیاز دارد، لذا استفاده از روش استاتیکی رایج‌تر است. مقدار حرارت قابل جذب توسط این سامانه، برای خنثی نمودن بار سرمایشی، معادل حرارت نهایی ذوب یخ موجود در مخزن است.

ذخیره‌سازی سرما می‌تواند کاربرد زیادی در صنایع مختلف از قبیل حمل و نقل داروها، انجماد مواد غذایی (صنایع لبنی و سردخانه‌ها) و انجماد فلزات داشته باشد. از طرفی برای ذخیره‌سازی سرما توسط آب سرد، از انرژی حرارت محسوس آب استفاده می‌شود. آب در طی ساعات غیر پیک شب توسط یک پمپ بین مخزن و اواپراتور سامانه تبرید جریان پیدا می‌کند و پس از سرد شدن، در داخل مخزن برای استفاده در ساعات پیک جمع‌آوری می‌شود.

نتیجه‌گیری

افزودن واحدهای تولید پراکنده انرژی از قبیل واحدهای خورشیدی و بادی به سامانه‌های تولید انرژی، موجب بهبود قابلیت اطمینان آن‌ها می‌شوند. اما به علت ماهیت غیرقابل پیش‌بینی اکثر منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و خروجی متغیر آن‌ها، اثر بهبود قابلیت اطمینان توسط این واحدها کمتر از واحدهای معمول سامانه قدرت است؛ بنابراین می‌توان از سامانه ذخیره‌ساز انرژی استفاده کرد و مشکل ماهیت غیرقابل پیش‌بینی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر را رفع نمود.

سامانه‌های ذخیره انرژی می‌توانند جهت مقاصد مدیریت انرژی، کیفیت توان و یا به عنوان واسط انرژی به‌کار گرفته شوند. در این مقاله، روش‌های مختلف ذخیره‌سازی انرژی بیان شد و موارد کاربرد آن‌ها در کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. از مهم‌ترین کاربردهای ذخیره‌سازی انرژی در کشاورزی می‌توان به استفاده از تانک ذخیره آب به منظور آبیاری، استفاده از باتری به منظور ذخیره الکتریسیته، استفاده از مواد تغییر فاز دهنده و سامانه‌ی ذخیره گرمای محسوس خورشیدی در خشک‌کن‌ها، صنایع غذایی و گلخانه‌ها اشاره نمود. استفاده از تجهیزات ذخیره‌سازی انرژی می‌تواند عملکرد دینامیکی سامانه‌های خورشیدی و بادی را بهبود بخشد. سامانه ذخیره‌ساز انرژی در صورت اجرا، سبب افزایش بهره‌وری مصرف انرژی شده و هزینه‌های مربوط به مصرف سوخت فسیلی و انرژی الکتریکی را کاهش می‌دهد. در نتیجه سودآوری تولید محصولات کشاورزی افزایش خواهد یافت.

منابع و مآخذ

فرامرز، م. و عزیزی، ل. (۱۳۹۲). آبگرمکن های خورشیدی. تهران: انتشارات آتی نگر.

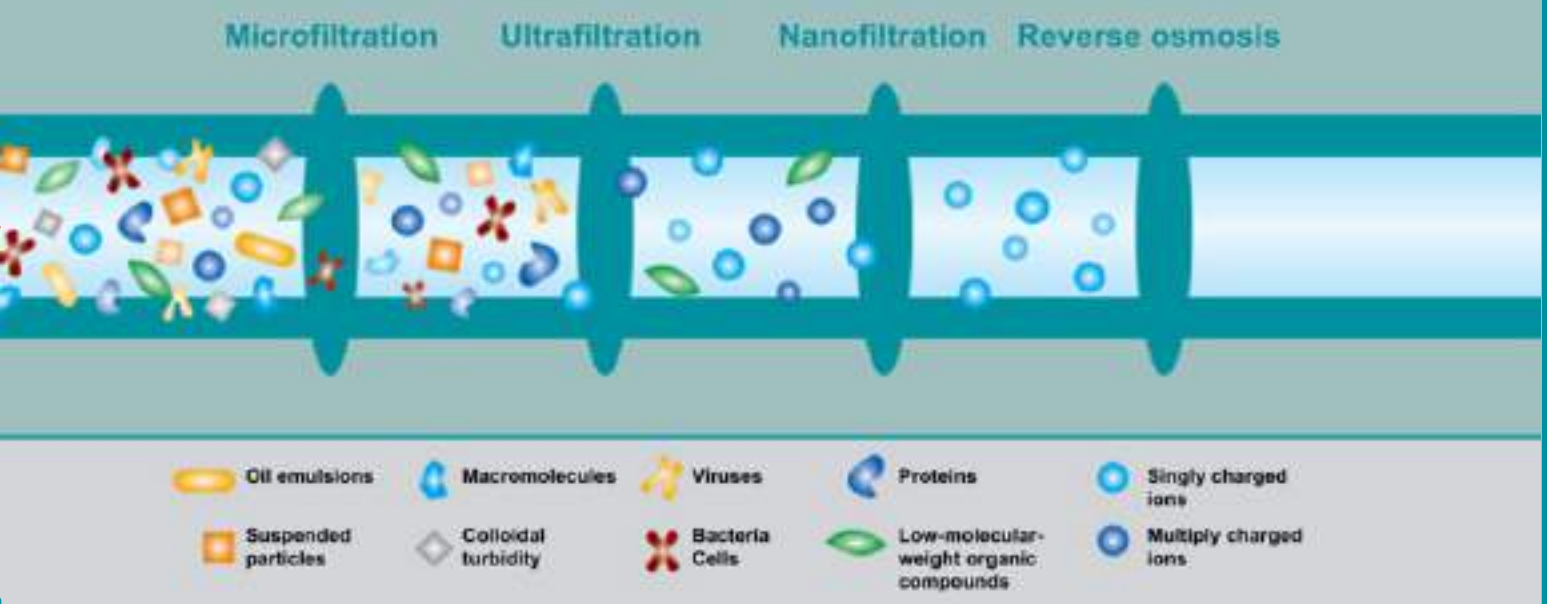
لایقی، م. (۱۳۹۴). انرژی خورشیدی فناوری و کاربردها (جلد اول). تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی.

Motamed Shariati, H., Mobli, H., Sharifi, M., & Ahmadi, H. (2016). Estimating Solar Radiation with Ordinary Meteorological Data in Mashhad. Iranian Journal of Biosystems Engineering, 47(1), 185–196. https://doi.org/10.22059/ijbse.2016.58491

Raoux, S., Ielmini, D., Wuttig, M., & Karpov, I. (2012). Phase change materials. MRS Bulletin-Materials Research Society, 37(2), 118.

Resch, G., Held, A., Faber, T., Panzer, C., Toro, F., & Haas, R. (2008). Potentials and prospects for renewable energies at global scale. Energy Policy, 36(11), 4048–4056. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.06.029

Salameh, Z. (2014). Renewable Energy System Design Renewable Energy System Design. Massachusetts: Elsevier Inc.



بررسی انواع روش‌های فیلتراسیون و کاربرد آن‌ها با استفاده از فناوری‌های غشایی نوین و پیشرفته در صنایع لبنی

شایان محمّددینی[1]
علی جعفری[2]

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲- استاد گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

1-sh.mohammaddini@ut.ac.ir
2-jafarya@ut.ac.ir

چکیده

محصولات لبنی به‌ویژه شیر به‌عنوان محور اصلی رژیم غذایی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه به شمار می‌روند که فرآیندهای مختلفی برای فرآوری و تبدیل آن به فرم مطلوب صورت می‌گیرد که یکی از این فرآیندهای مهم، فرآیند فیلتراسیون با استفاده از فناوری‌های غشایی نوین و پیشرفته امروزه است.

برخی از فناوری‌ها مانند فیلتراسیون به‌وسیله غشاء، از سال‌ها پیش کاربرد داشته‌اند که هدف اصلی تغلیظ شیر و همچنین جداکردن برخی از مواد (مانند پروتئین و باکتری) از شیر است که در افزایش کیفیت و حفظ مواد مغذی بیشتر در فرآورده‌های لبنی اهمیت به‌سزایی دارد.

در این مقاله به نقد محاسن و معایب انواع فرآیندهای غشایی نوین و پیشرفته مورد استفاده در فیلتراسیون محصولات لبنی و تأثیرات آن بر کیفیت و حفظ موادمغذی و معرفی کاربرد هر یک از آن‌ها بر روی محصولات لبنی و تشریح برخی از مهم‌ترین کاربردهای آن‌ها خواهیم پرداخت. چهار مورد از این فناوری‌های غشایی نوین و پیشرفته عبارت‌اند از:

۱- میکروفیلتراسیون یا زیرپالایش

۲- اولترافیلتراسیون یا فراپالایش

۳- نانوفیلتراسیون

۴- اسمز معکوس

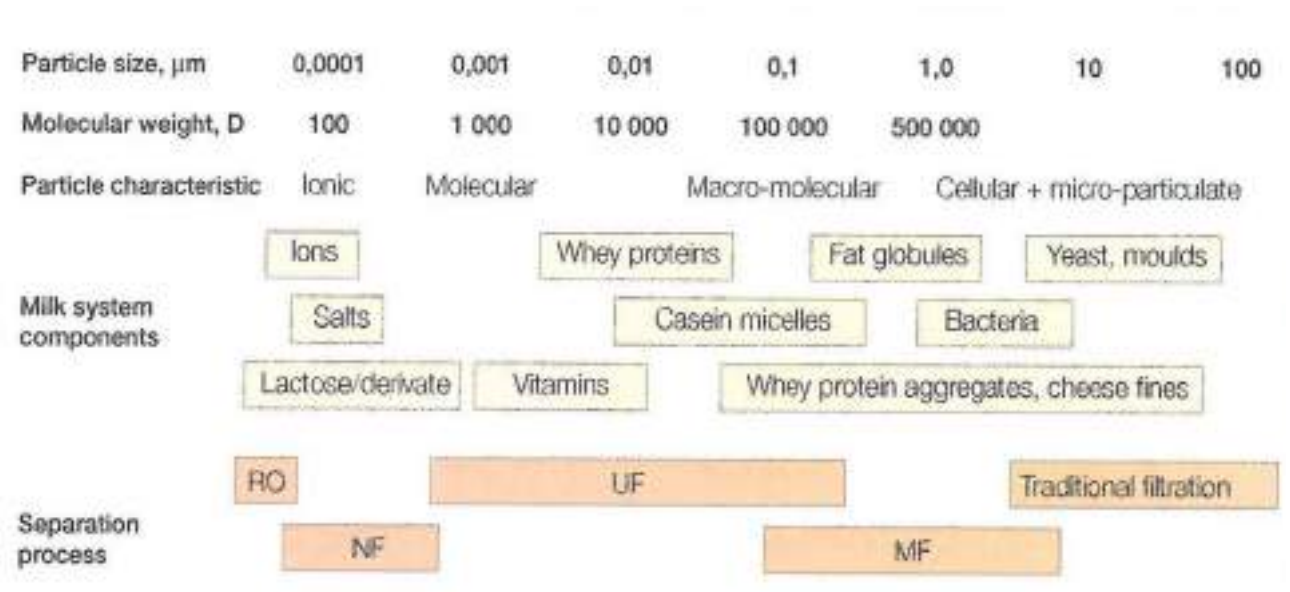
شناخت محاسن و معایب و همچنین محدودیت‌ها و قابلیت‌های روش‌های مختلف فیلتراسیون با استفاده از فناوری‌های غشایی مورد استفاده در صنایع لبنی برای فعالان حوزه‌ی صنایع لبنی دارای اهمیت ویژه‌ای بوده که نتایج تحقیق حاضر به نقد و بررسی موارد ذکر شده و کاربرد آن‌ها در فرآوری محصولات لبنی می‌پردازد. انتظار می‌رود نتایج بررسی‌های به عمل آمده برای محققان حوزه لبنیات و همچنین کارخانه‌های تولیدکننده محصولات لبنی مفید فایده باشد.

مقدمه

کاربرد فناوری‌های غشایی در صنایع غذایی به‌خصوص در صنایع لبنی به‌طور روزافزون رو به رشد و توسعه است. به‌طورکلی به‌کارگیری فناوری‌های غشایی نوین در صنایع لبنی بنا به اهمیت اجزای تشکیل‌دهنده شیر چه از لحاظ حفظ آن‌ها در درون محصولات لبنی و چه از لحاظ جداسازی اجزاء درون آن، امروزه مورد توجه واحدهای تولیدی قرار گرفته است.

اصطلاح «فناوری غشایی» به جمعی از فرآیندهای جداسازی گفته می‌شود که در آن از فیلترهای غشایی نیمه‌تراوا برای تغلیظ یا تجزیه یک مایع به دو مایع با ترکیبات متفاوت، استفاده شده باشد. نفوذپذیری انتخابی غشاء اجازه عبور به برخی از ترکیبات را می‌دهد که به آنان «فاز عبوری[1] » گفته می‌شود؛ درحالی‌که از نفوذ برخی دیگر جلوگیری می‌کند که به آنان «فاز برگشتی[2] » گفته می‌شود. از این فرآیند می‌توان به عنوان جایگزین مناسبی برای فرآیندهای سنتی مانند تقطیر، تبخیر یا استخراج استفاده کرد.

فناوری غشایی یک روش نوین و پیشرفته برای جداسازی مواد در حد مولکولی و یونی است. این روش جداسازی از ابتدا دهه ۱۹۷۰ میلادی در صنایع لبنی به کار می‌رود. در ابتدا فیلتراسیون به وسیله صافی‌های معمولی انجام می‌شده که به‌طور شاخص برای جداسازی ذرات معلق بزرگتر از ۱۰ میکرون قابل استفاده بوده است. درحالی‌که صافی‌های غشایی امروزه قادرند موادی با اندازه مولکولی کمتر از ۱۰ میکرون را جدا کنند و همچنین هر کدام از فرآیندهای غشایی میکروفیلتراسیون[3] (MF)، اولترافیلتراسیون[4] (UF)، نانوفیلتراسیون[5] (NF) و اسمز معکوس[6] (RO) قابلیت جداسازی مواد با ابعاد مشخصی را دارند که در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: گستره کاربرد فرآیندهای جداسازی غشایی در صنایع لبنی [۳]

1. Permeate
2. Retentate
3. Microfiltration
4. Ultrafiltration
5. Nanofiltration
6. Reverse osmosis

فیلتراسیون

انـواع روش‌هـای فیلتراسـیون با اسـتفاده از فناوری‌های غشـایی براسـاس عبـور مـواد از میـان غشـاء طبقه‌بنـدی شـده‌اند کـه در ادامـه ایـن مقالـه بـه معرفـی و بررسـی هـر یـک از روش‌های مـورد اسـتفاده و معرفـی کاربردهای هـر یـک و تشـریح برخـی از مهم‌تریـن کاربردهـای آن در فـرآوری محصـولات لبنـی خواهیـم پرداخـت.

فیلتراسـیون بـه معنای جداسـازی برخـی از اجزای یک مـاده می‌باشـد کـه امـروزه بـا اسـتفاده از فناوری‌هـای غشـایی نویـن و پیشـرفته انجـام می‌گیـرد به‌گونـه‌ای کـه ایـن غشـاءها غالباً دارای منافـذ ریـزی بـوده و تحـت یـک عملیـات فشـاری ایـن فرآینـد جداسـازی و تفکیـک صـورت می‌گیـرد. انـواع فناوری‌هـای غشـایی مـورد اسـتفاده در صنایـع لبنـی و برخـی از شـرایط کاری و کاربردهـای آن‌هـا را در جـدول (۱) مشـاهده می‌کنیـد.

جدول۱: انواع فناوری‌های غشایی و مورد استفاده در صنایع لبنی [۱۷]

Type	Pore size	Molecular weight cut off	Pressure and Principle	Compounds in retentate	Use
Microfiltration	**10101-1- µm**	**>200kDa**	Low pressure (below 1 bar) driven membrance process	Low retentate, separation of protein, bacteria and other particulates	- Skim milk and cheese
Ultrafiltration	101-10-2- µm	1200-kDa	Medium pressure (1-10 bar) pressure driven process to overcome the viscosity	Large retentate with casein micelles, fat globules, colloidal minerals, bacteria and somatic cells	- Standardization of milk, reduction of calcium and lactose
Nanofiltration	102-10-3- µm	3001000-Da	Medium to high pressure (2040- bar), mass transfer phenomena by size exclusion and electrostatic interactions,	Low productivity, separate monovalents salf and water	Desalting of whey, lactose free milk, volume reduction.
Ultrafiltration	101-10-2- µm	1200-kDa	Medium pressure (1-10 bar) pressure driven process to overcome the viscosity	Large retentate with casein micelles, fat globules, colloidal minerals, bacteria and somatic cells	- Standardization of milk, reduction of calcium and lactose.
Reverse osmosis or Hyperfiltration	103-10-4- µm	100 Da	High pressure, (3060- bar)	Based on the principle solubility, productivity	Volume reduction, recovery of total solids and water

در ادامه این مقاله، انواع فناوری‌های غشایی را نام برده و سپس به معرفی و تشریح نحوه کار و کاربرد هر یک پرداخته می‌شود، که عبارتاند از:

۱- میکروفیلتراسیون یا زیرپالایش (MF)

۲- اولترافیلتراسیون یا فراپالایش (UF)

۳- نانوفیلتراسیون (NF)

۴- اسمز معکوس (Ro)

اکنون به معرفی و تشریح نحوه کار و کاربرد هر یک از موارد نام برده شده در بالا می‌پردازیم.

۱- میکروفیلتراسیون یا زیر پالایش (MF)

یک فرآیند جداسازی غشایی است که قطر منافذ غشاء آن بین ۰/۱ تا ۱۰ میکرون بوده و نیاز به فشار عملیاتی کمتر از یک بار (Bar) دارد و اجازه عبور به باکتری و چربی و برخی از پروتئین‌ها را از منافذ غشاء خود نمی‌دهد بنابراین برای جداسازی این ذرات از ماده می‌توانند مورد استفاده قرار گیرد. از مهم‌ترین کاربردهای آن در صنایع لبنی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- تولید شیر با قابلیت ماندگاری طولانی (Esl)
۲- تولید پروتئین آب پنیر خالص
۳- کاهش جمعیت میکروبی در شیر پس‌چرخ و آب پنیر
۴- پیش فرآوری شیر مورد استفاده در پنیرسازی
۵- حذف چربی از آب پنیر
۶- جداسازی پروتئین‌ها

تشریح برخی از مهم‌ترین کاربردهای میکروفیلتراسیون در صنایع لبنی :

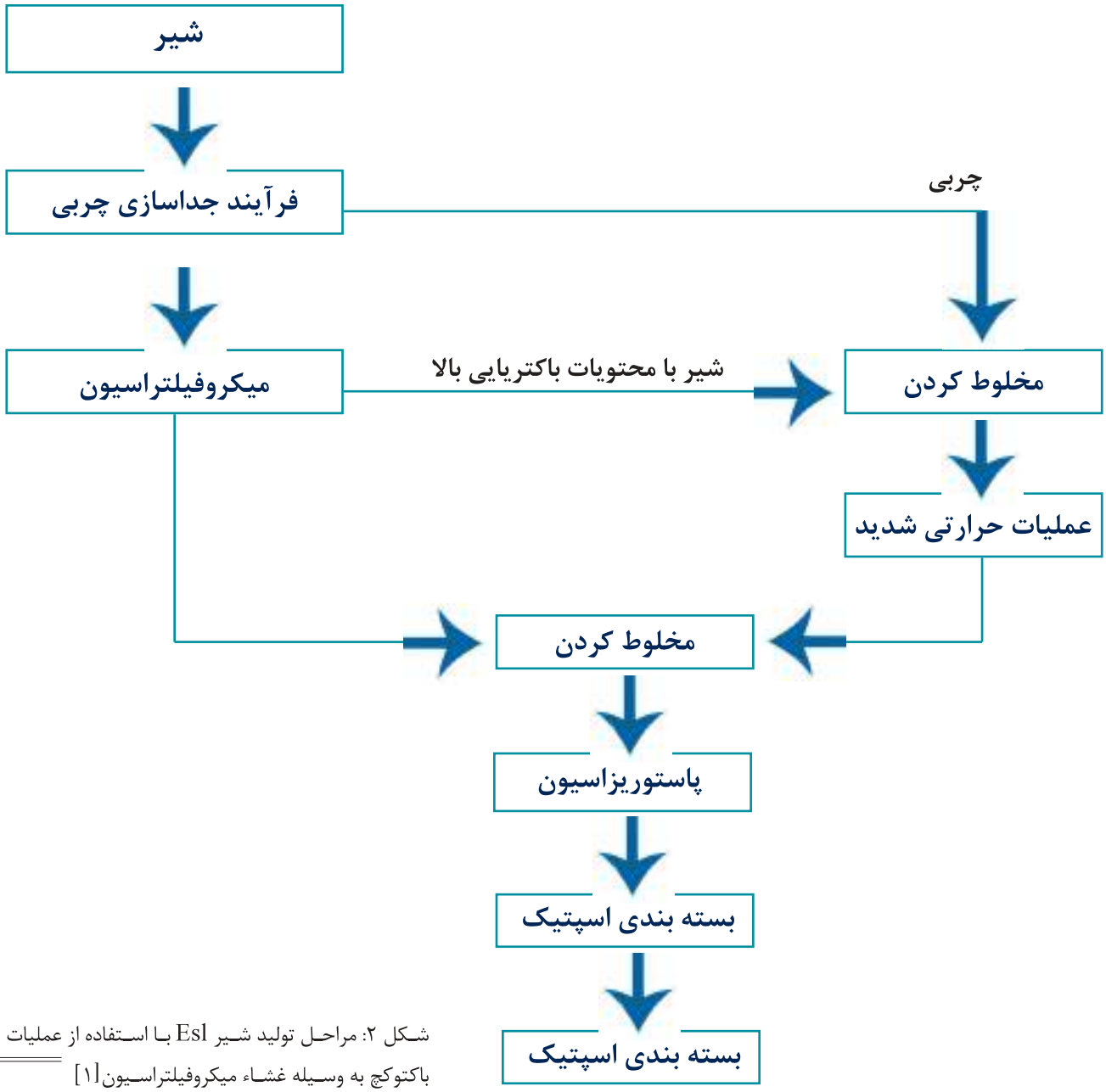
۱-۱- تولید شیر با قابلیت ماندگاری طولانی (Esl)

یکی از کاربردهای میکروفیلتراسیون در کارخانه‌های لبنی، جداسازی باکتری‌ها و اسپورها است. استفاده از روش میکروفیلتراسیون به‌جای روش‌های معمول مانند فراپاستوریزاسیون[1] باعث حفظ کیفیت شیر و کاهش تغییرات در خواص شیمیایی شیر مانند دناتوراسیون[2] پروتئین‌های شیر می‌شود.

در این روش باتوجه به اینکه گلبول‌های چربی از قطر منافذ غشاهای میکروفیلتراسیون بزرگتر هستند از این غشاها عبور نکرده و به صورت یک لایه پشت غشاء باقی می‌مانند که باعث کاهش دبی شیر عبوری از غشاء شده و نیاز به عملیات تمیزسازی غشاء را بالا می‌برد. برای رفع این مشکل از سامانه‌ای به نام "باکتوکچ" استفاده می‌کنند. در این سامانه ابتدا چربی شیر را گرفته و شیر بدون چربی را از غشاء میکروفیلتراسیون عبور داده، سپس چربی استخراج‌شده را با آن بخشی از شیر بدون چربی که پشت غشاء میکروفیلتراسیون مانده و عبور نکرده[3] و تقریباً تمام باکتری‌ها و اسپورها در آن باقی مانده است مخلوط می‌کنند و سپس این مخلوط را تحت عملیات حرارتی با دمای ۱۱۵ تا ۱۳۶درجه سانتی‌گراد و به مدت چهار تا شش ثانیه قرار می‌دهند، در ادامه آن را با شیر عبوری[4] از غشاء میکروفیلتراسیون مخلوط کرده و تحت عملیات پاستوریزاسیون قرار داده و در انتها آن را به صورت اسپتیک[5] بسته‌بندی می‌نمایند.

در نتیجه تنها کمتر از ۱۰ درصد شیر تحت عملیات حرارتی با دمای بسیار بالا قرار گرفته که باعث افزایش قابل‌توجه کیفیت حسی شیر می‌گردد. مراحل این فرآیند را در شکل (۲) مشاهده می‌کنید و همچنین شکل (۳) نماهای مختلف این دستگاه را نشان می دهد.

1. Ultrapasteurization
2. Denaturation
3. Retentate
4. Permeate
5. Aseptic



شکل ۲: مراحل تولید شیر Esl با استفاده از عملیات باکتوکچ به وسیله غشاء میکروفیلتراسیون[۱]

شکل ۳: نماهای مختلف از دستگاه باکتوکچ در ابعاد کوچک[۲۲]

از مزایـای اسـتفاده از غشـاء میکروفیلتراسـیون در تولیـد شـیر بـا مانـدگاری بـالا (Esl) می‌تـوان بـه بهبـود کیفیـت میکروبـی شـیر، افزایش بهـره‌وری، کاهـش هزینه عملیـات و کیفیـت بالاتـر در مقایسـه بـا روش‌هـای معمـول حرارتـی اشـاره کـرد.

۲-۱- تولید پروتئین آب پنیر خالص

تولیـد پروتئیـن آب‌پنیـر خالـص یکـی از دلایـل عمـده اسـتفاده از غشـاء میکروفیلتراسـیون در صنایـع لبنـی جهـت تغلیـظ میسـل‌های کازئیـن در شـیر پنیرسـازی اسـت. پروتئیـن آب‌پنیـر به‌دسـت‌آمده، به‌نـام پروتئیـن آب‌پنیـر خالـص نامیـده می‌شـود. پروتئیـن آب‌پنیـر خالـص یکـی از اجـزای بـا ارزش شـیر بـوده کـه بـه وسـیله میکروفیلتراسـیون بـا جریـان متقاطـع[1] و فشـار بیـن غشـایی یکنواخـت (UTP)[2] می‌تـوان آن را بـه صـورت مـداوم جـدا کـرد. پروتئیـن آب‌پنیـر خالـص در تهیـه مـواد غذایـی بـا کیفیـت تغذیـه‌ای بـالا مـورد اسـتفاده می‌باشـد.

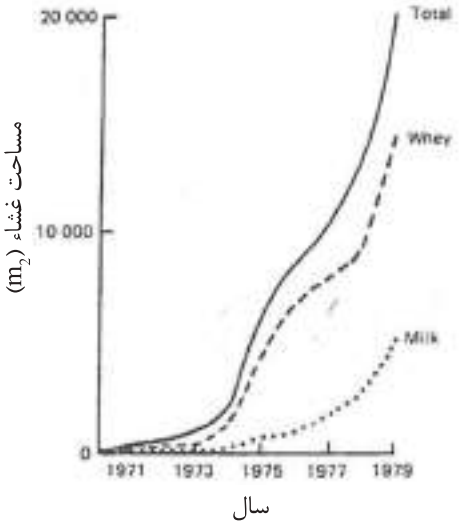
۲- اولترافیلتراسیون یا فراپالایش (UF)

یـک فرآینـد جداسـازی غشـایی اسـت کـه قطـر منافـذ غشـاء آن بیـن ۰/۰۱ تـا ۰/۱ میکـرون و نیـاز بـه فشـار عملیاتـی یـک تـا ده بـار (Bar) دارد و اجـازه عبـور بـه باکتـری و چربـی و پروتئیـن را از منافـذ غشـاء خـود نمی‌دهـد بنابرایـن بـرای جداسـازی ایـن ذرات از مـاده می‌توانـد مـورد اسـتفاده قـرار گیـرد کـه در شـکل (۴) نمونـه‌ای از ایـن دسـتگاه را مشـاهده می‌کنیـد.

اصـول اولترافیلتراسـیون بـه دو شـکل فیلتراسـیون بـا جریـان مـورب، جایـی کـه مـواد تغذیـه به‌طـور مـوازی بـا سـطح غشـاء جریـان می‌یابـد و فیلتراسـیون بـا انتهـای بسـته، جایـی کـه امتـداد جریـان عمـود بـر سـطح غشـاء می‌باشـد، رایـج اسـت.

شکل ۴: دستگاه اولترافیلتراسیون صنعتی [۲۱]

در صنایع لبنیات فرآیندهای غشـایی اولترافیلتراسـیون اولیـن بـار در سـال ۱۹۷۱ بـه‌کار برده‌شـد و سـپس باتوجـه بـه کارایـی خـوب آن هـر سـاله میـزان اسـتفاده افزایـش یافـت. به‌طـور مثـال همانطـور کـه در شـکل (۵) مشـاهده می‌کنیـد از سـال ۱۹۷۰ تـا ۱۹۸۰ مسـاحت اسـتفاده از ایـن غشـاء بـه طـور قابـل ملاحظـه‌ای افزایـش پیـدا کـرده اسـت.



شـکل ۵: مسـاحت غشـای اولترافیلتراسـیون در صنایـع لبنیات-نـرخ رشـد در مـدت ۱۰ سـال ۱۹۷۰-۱۹۸۰؛ (داده‌هـا از پنـج کارخانه-ابکـور، دی.دی.اس، پی.سـی.آی، رون-پولنـک و رومیکـون بدسـت آمـده اسـت.)

1. low microfiltration
2. Uniform transmembrane

از مهم‌ترین کاربردهای آن در صنایع لبنی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- تولید پنیرهای نرم و نیمه سخت

۲- تغلیظ و استانداردکردن پروتئین شیر و آب پنیر

۳- حذف چربی از آب پنیر

تشریح یکی از مهم‌ترین کاربردهای اولترافیلتراسیون در صنایع لبنی:

تولید پنیرهای نرم و نیمه‌سخت

اغلب استفاده مستقیم از اولترافیلتراسیون در صنعت لبنیات جهت تولید پنیرهای نرم و نیمه‌سخت می‌باشد؛ به‌طوری‌که انتظار می‌رود وسیع‌ترین کاربرد آن نیز باشد. در این حالت، شیر اولترافیلترشده، به‌طور مؤثری جایگزین اولترافیلتراسیون آب پنیر می‌شود زیرا الحاق پروتئین‌های آب پنیر به درون پنیر هدف می‌باشد. همان‌طور که اشاره شد اساس ساخت پنیر به کمک شیر اولترافیلترشده الحاق پروتئین‌های آب پنیر در پنیر و جذب آن‌ها به جهت ایجاد افزایش در بازده تولید می‌باشد. در این روش پروتئین‌هایی که در روش‌های معمول قبلی به داخل آب پنیر وارد می‌شدند (تقریباً ۲۰ درصد پروتئین‌های شیر)، در پنیر باقی‌مانده و از این اتلاف جلوگیری به عمل می‌آید.

در این روش شیر به وسیله غشاء اولترافیلتراسیون تغلیظ شده و بنابراین آب کمتری موقع پنیرسازی از دست می‌دهد، در نتیجه پروتئین‌های بسیار کمتری وارد آب پنیر شده و باعث افزایش حفظ پروتئین به‌عنوان یک ماده مغذی در پنیر شده و بازده تولید افزایش پیدا می‌کند.

استفاده از این روش در تولید پنیر یک مشکل داشته که آن افزایش ظرفیت بافری است که در این صورت از فعالیت کشت‌های میکروبی (استارتر و آغازگر) کاسته یا قطع می‌شود. برای رفع این مشکل می‌بایست شیر را قبل از اولترافیلتراسیون اسیدی کرده تا فعالیت کشت‌های میکروبی به مشکل برنخورد.

۳- نانوفیلتراسیون (NF)

یک فرآیند جداسازی غشایی است که قطر منافذ غشاء آن بین ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۱ میکرون و نیاز به فشار عملیاتی ۴۰-۲۰ بار (Bar) دارد و اجازه عبور به باکتری، چربی، پروتئین، لاکتوز و برخی از مواد معدنی را نمی‌دهد. بنابراین برای جداسازی این ذرات از ماده می‌توانند مورد استفاده قرار گیرد. نانوفیلتراسیون یکی از فناوری‌های غشایی نوین و پیشرفته بوده که باتوجه به فشار عملیاتی نسبتاً پایین و هزینه‌های عملیاتی مناسب، جایگاه ویژه‌ای را در زمینه جداسازی غشایی پیدا کرده است. همچنین یکی از زمینه‌های کاربرد نانوتکنولوژی می‌باشد.

از مهم‌ترین کاربردهای آن در صنایع لبنی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- حذف مواد معدنی از آب پنیر

۲- جداسازی اسیدلاکتیک از آب پنیر

۳- تغلیظ جزء به جزء آب پنیر

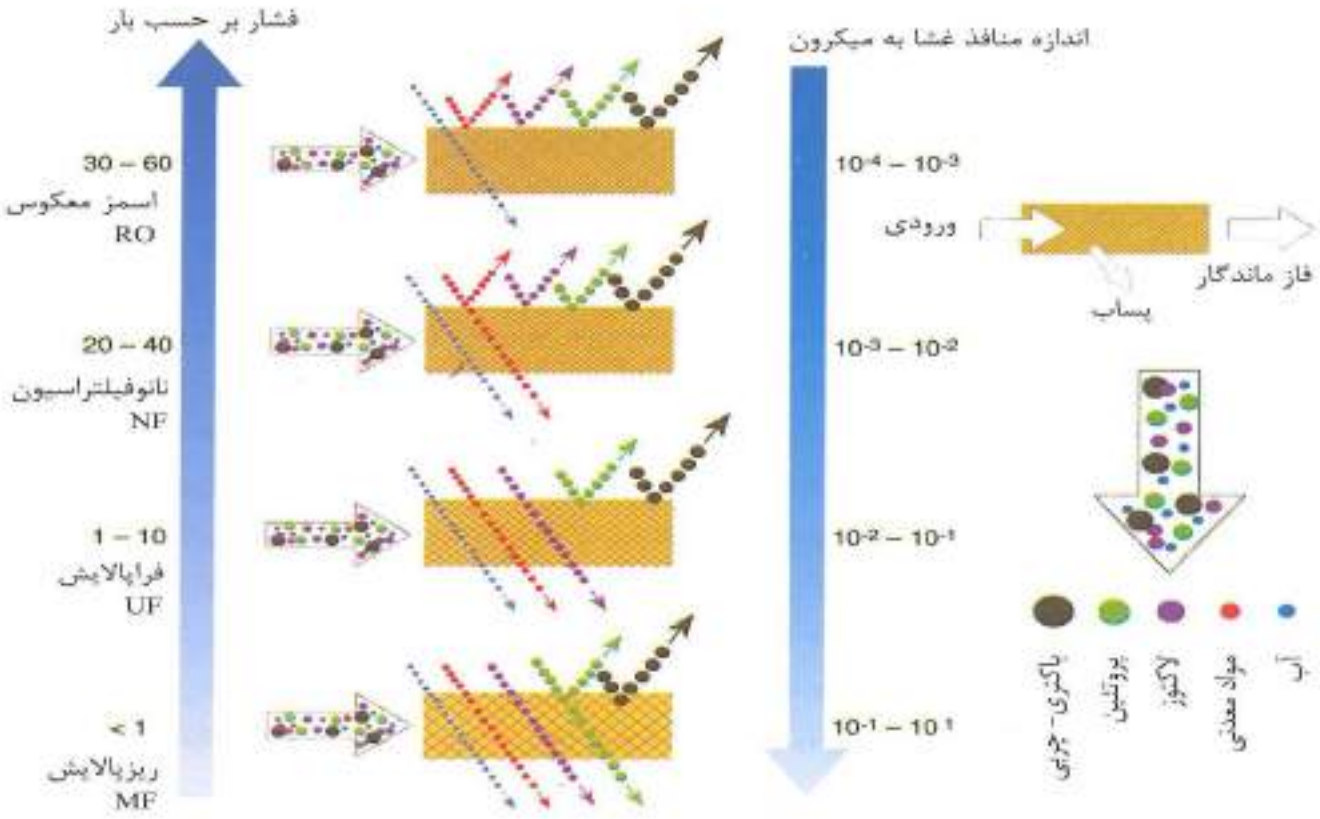
تشریح برخی از مهم‌ترین کاربردهای نانوفیلتراسیون در صنایع لبنی:

۳-۱- حذف موادمعدنی از آب پنیر

جداسازی مواد معدنی از آب پنیر سبب افزایش ارزش آن‌ها می‌گردد. آب پنیر غنی از نمک و اسید است، درنتیجه جداسازی موادمعدنی از آن‌ها قبل از مصرف ضروری است. غشاءهای نانوفیلتراسیون، بهترین راه برای حذف مواد معدنی از آب پنیر می‌باشند زیرا نسبت به نمک و یون‌های تک‌ظرفیتی تراوا و نسبت به دیگر ترکیبات آلی ناتراوا هستند.

گروه کربوکسیل از ترکیبات آلی را در شرایط اسیدی و به وسیله غشاء نانوفیلتراسیون می‌توان جداسازی کرد. با استفاده از نانوفیلتراسیون، موادمعدنی موجود در آب پنیر به میزان ۳۵ درصد کاهش یافته و آن را برای افراد دارای بیماری قلبی و عروقی مناسب می‌سازد.

همانطـور کـه در شـکل (۶) مشـاهده می‌کنیـد در نانوفیلتراسـیون بخشـی از موادمعدنـی عبـور و بخشـی باقـی می‌ماننـد کـه بـرای حـذف موادمعدنـی معینـی از آب پنیـر مناسـب می‌باشـد درحالی‌کـه دو غشـاء میکروفیلتراسـیون و اولترافیلتراسـیون موادمعدنـی را از خـود عبـور می‌دهنـد و اسـمز معکـوس نیـز اجـازه عبـور بـه هیچ‌یـک از موادمعدنـی را نمی‌دهـد.



شکل ۶: اصول جداسازی و تفکیک ذرات به وسیله غشاهای نوین [۳]

۲-۳- جداسازی اسیدلاکتیک از آب پنیر

اسـیدلاکتیک بـه عنـوان عامـل اسـیدی‌کننده و نگهدارنـده در محصـولات غذایـی مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیـرد، به‌عنـوان مثـال در فرآورده‌هـای گوشـتی - پروتئینـی به‌عنـوان یـک عامـل نگهدارنـده (ضدمیکـروب) اسـتفاده می‌شـود. ایـن فرآینـد توسـط اسـمز معکـوس هـم قابـل انجـام می‌باشـد امـا باتوجـه بـه نفـوذ بیشـتر آب و یون‌هـای تک‌ظرفیتـی در غشـاءهای نانوفیلتراسـیون نسـبت به غشـاءهای اسـمز معکوس، روش نانوفیلتراسـیون قابلیـت و کاربرد بیشـتری داشـته و محصول اسـیدلاکتیک حاصلـه دارای کیفیـت و تخلیـص بالاتـری می‌باشـد.

۴- اسمز معکوس (Ro)

یک فرآیند جداسازی غشایی است که قطر منافذ غشاء آن بین ۰/۰۰۰۱ تا ۰/۰۰۱ میکرون و نیاز به فشار عملیاتی ۶۰-۳۰ بار (Bar) دارد و فقط اجازه عبور به آب را می‌دهد بنابراین برای جداسازی آب محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد.

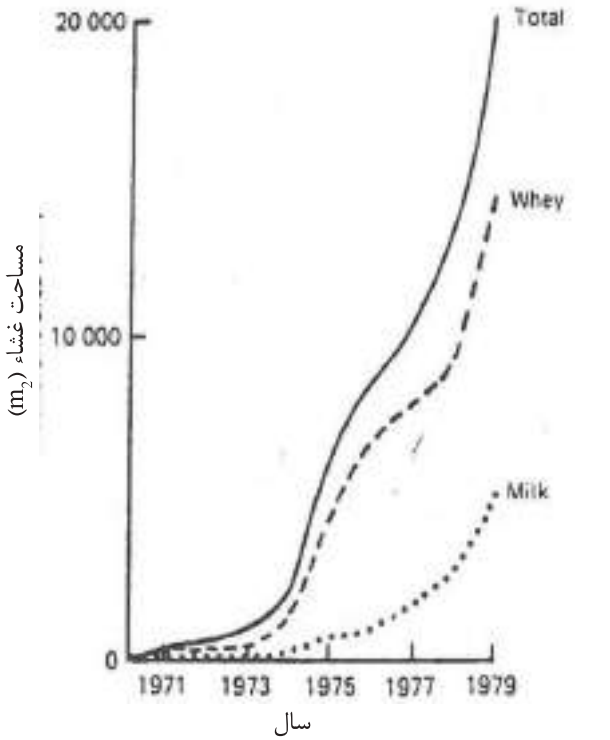
در اسمز طبیعی، حلال از طرف رقیق غشاء عبور کرده و وارد قسمت تغلیظ یافته می‌شود؛ بنابراین محلول رقیق شده و در همان زمان یک نوع فشار برقرار می‌گردد. در این حالت اگر یک فشار داخلی بزرگتر از فشار اسمزی در قسمت تغلیظ‌یافته به‌کار برده شود؛ آنگاه فرآیند معکوس خواهد شد و حلال از سوی مواد تغلیظ‌یافته به‌درون قسمت رقیق برخواهد گشت؛ این فرآیند مبنای اسمز معکوس می‌باشد.

استفاده از غشاءهای اولترافیلتراسیون نیز همانند بقیه مواد باتوجه به کارایی خوب آن، هر ساله میزان زیادی افزایش یافته است. همانطور که در شکل (۷) مشاهده می‌کنید از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰میلادی مساحت استفاده از این غشاء به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا کرده است.

یکی از مهم‌ترین کاربردهای اسمز معکوس در صنایع لبنیات، تغلیظ و آب‌گیری از آب پنیر می‌باشد که در ادامه به تشریح آن می‌پردازیم.

تغلیظ و آب‌گیری از آب پنیر

بیشترین کاربرد اسمز معکوس در صنایع لبنی، تغلیظ آب پنیر جهت تسهیل کنترل، انتقال، نگهداری و به‌کارگیری به‌عنوان یک مرحله آغازین در خشک‌کنی می‌باشد. در مراحل آغازین تغلیظ آب پنیر، روش استفاده از غشاء اسمز معکوس انرژی خیلی کمتری نسبت به عمل تبخیر مصرف می‌کند، پس استفاده از این روش به‌صرفه‌تر می‌باشد.



شکل ۷: مساحت غشای اسمز معکوس در صنایع لبنیات، نرخ رشد در مدت ۱۰ سال ۱۹۷۰-۱۹۸۰؛ (داده‌ها از دو کارخانه-دی.دی.اس و پی.سی.آی به‌دست آمده است.)

جمع‌بندی

هدف از انجام عملیات فیلتراسیون به‌وسیله فناوری‌های غشایی نوین و پیشرفته جداسازی مواد در حد مولکولی و یونی می‌باشد. استفاده از این فناوری‌های غشایی باتوجه به بهبود ویژگی‌های کیفی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی افزایش یازده تولید، جلوگیری از اتلاف موادمغذی، کاهش مصرف انرژی و ایجاد فرآورده‌های اشتقاقی متنوع، باعث مهیا شدن شرایط رشد و تکوین این فناوری در واحدهای تولیدی شده است. دسته‌بندی‌های صورت‌گرفته برای غشاءهای موجود براساس قابلیت عبوردادن مواد براساس اندازه و وزن مولکولی از منافذ

موجـود در غشـاءها اسـت کـه به‌ترتیـب میکروفیلتراسـیون یـا ریزپالایـش، اولترافیلتراسـیون یـا فراپالایـش، نانوفیلتراسـیون و اسـمز معکـوس، بزرگ‌تریـن وزن مولکولـی را از خـود عبـور می‌دهنـد بنابرایـن دارای بزرگ‌تریـن منافـذ می‌باشـند؛ بدیـن معنـا کـه اسـمز معکـوس دارای کوچک‌تریـن منافـذ غشـایی می‌باشـد.

نتیجه‌گیری

باتوجـه بـه مطالـب بیـان شـده در ایـن مقالـه، غشـاءهای میکروفیلتراسـیون یـا ریزپالایـش بـرای جداسـازی ذرات درشـت ماننـد باکتـری و چربـی و برخـی از پروتئین‌هـا مناسـب بـوده و دارای پایین‌تریـن فشـار عملیاتـی موردنیـاز می‌باشـند. غشـاءهای اولترافیلتراسـیون یـا فراپالایـش عـلاوه بـر جداسـازی باکتـری و چربـی، قابلیـت جداسـازی ذرات ریزتـری ماننـد تمـام پروتئین‌هـای موجـود در شـیر و آب پنیـر را دارنـد و باتوجـه بـه محـدوده جداسـازی تقریبـاً یکسـان ایـن دو مـورد برخـی از کاربردهـای آن‌هـا یکسـان بـوده و بعضـاً بـه صـورت ترکیبـی انجـام می‌شـود؛ ماننـد حـذف چربـی از آب پنیـر کـه جـزو کاربـرد هـر دو هسـت. غشـاءهای نانوفیلتراسـیون منافـذ ریزتـری نسـبت بـه دو مـورد قبلـی داشـته و عـلاوه بـر ذراتی که دو غشـاء قبلـی می‌تواننـد جداسـازی کننـد قابلیـت جداسـازی لاکتـوز و برخـی از موادمعدنـی را هـم دارنـد و همچنیـن فشـار عملیاتـی بالاتـری را نیـاز دارنـد. اسـمز معکـوس نیـز کـه ریزتریـن منافـذ غشـایی را بـرای عبـور مـواد دارد فقـط اجـازه عبـور آب را از منافـذ خـود می‌دهـد و بالاتریـن فشـار عملیاتـی را باتوجـه بـه ریزتریـن منافـذ دارد و عمدتـاً جهـت تغلیـظ و آب‌گیـری بـه‌کار مـی‌رود.

در نهایـت از مطالـب ایـن مقالـه نتیجـه می‌شـود کـه یکـی از مهم‌تریـن مزایـای ایـن فناوری‌هـای غشـایی ایـن اسـت کـه ایـن فرآیندهـا، فرآیندهایـی غیرحرارتـی بـوده و اثـرات نامطلـوب قبلـی همچـون افزایـش حـرارت، دناتوراسـیون پروتئین‌هـا و تغییـر در خـواص حسـی محصـول را بـه حداقـل می‌رسـاند و از سـوی دیگـر باعـث حـذف اجـزای ناخواسـته نیـز می‌گـردد.

منابع و مآخذ

۱- آغباشـلو، مرتضـی، ۱۳۹۷، ماشـین‌های صنایـع غذایـی ۱، جـزوه درسـی دانشـگاه تهـران

۲- اسـمیت، گریـت، ۱۳۸۶، فـرآوری شـیر بهبـود کیفیـت فرآورده‌هـای لبنـی، مترجـم: رضـوان پوراحمـد و وجیهـه فدائـی، انتشـارات مرزدانـش

۳- بولونـد، یوسـتا، ۱۳۹۲، صنعـت شـیر، مترجـم: فرهـاد فرهنـودی، انتشـارات شـباهنگ

۴- پ. ف. فاکـس ـ پ. ل. مـک سـوئینی، ۱۳۸۹، شـیمی و بیوشـیمی شـیر و محصـولات لبنـی، مترجـم: علی‌اصغـر میـرزا آقاتبـار، انتشـارات آمـوزش و ترویـج کشـاورزی

۵- پـی ـ والسـترا، ۱۳۸۸، تکنولـوژی شـیر و فرآورده‌هـای لبنـی، مترجـم: دکتـر سـیدعلی مرتضـوی و همـکاران، انتشـارات دانشـگاه فردوسـی مشـهد

۶- تیمـوری یانسـری، اسـدا...، ۱۳۸۵، تولیـد شـیر و فـرآوری آن، انتشـارات آوای مسـیح

۷- دزفولـی زاده، فـرح و لیـلا وفاجـو، ۱۳۸۴، مطالعـه نانوفیلتراسـیون بـرای تغلیـظ و املاح‌زدایـی در صنعـت لبنیـات: مدلـی بـرای انتقـال جـرم، دهمیـن کنگـره ملـی مهندسـی شـیمی ایـران، زاهـدان، دانشـگاه سیسـتان و بلوچسـتان

۸- سـردابی، فاطمـه و عزیـز همایونـی‌راد، ۱۳۹۰، مـروری بـر کاربردهـای میکروفیلتراسـیون در صنعـت لبنیـات،

بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، تهران، دانشگاه صنعتی شریف،
۹- صادقی شبستری، سهند و فرشید پژوم شریعتی، ۱۳۹۵، کاربرد فیلتراسیون در صنعت لبنیات دومین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین پژوهشی در شیمی و مهندسی شیمی، تهران، کنفدراسیون بین‌المللی مخترعان جهان (IFIA)، دانشگاه جامع علمی کاربردی
۱۰- فرشادفر، شهلا، ۱۳۸۵، فرآوری شیر و تکنولوژی تولید محصولات شیری، انتشارات کارور
۱۱- گلاور، ۱۳۸۵، اولترافیلتراسیون و اسمز معکوس در صنایع لبنیات، مترجمان: ناصر شفقتیان و صابر کاظمی، انتشارات دانشگاه زنجان
۱۲- میرنظامی ضیابری، سیدحسن و همکاران، ۱۳۷۸، از شیر چه می‌دانید (شیمی و تکنولوژی شیر)، انتشارات علوم کشاورزی

13- Balannec, B., Vourch, M., Rabiller- Baudry, M. and Chaufer, B. 2005. Comparative study of different nanofiltration and reverse osmosis membranes for dairy effluent treatment by dead-end filtration. Sep. Purif. Technol. 42:195200-.
14- Greiter, M., Novalin, S., Wendland, M., Kulbe, K. D. and Fischer, J. 2002. Desalination of whey by electrodialysis and ion exchange resins: analysis of both processes with regard to sustainability by calculating their cumulative energy demand. J. Memb. Sci. 210: 91102-.
15- Holdich, R. G., Cumming, I. W., Kosvintsev, S., Bromley, A. J., and Stefanini, G. 2003, Clarification by slotted surface microfilters. Minerals Engineering, 16, pp. 121128-.
16- Kelly, P. M., Horton, B. S. and Burling, H. 1991. Partial demineralization of whey by nanofiltration. In: New applications of membrane processes. IDF Bulletin 9201 Brussels, Belgium. Pp. 130140-.
17- Kumar,p., sharma, N., Ranjan, R., Kumar, S., Bhat, Z.F. and Jeong, D.K. 2013. Perspective of membrane Technology in Dairy Industry. Asian Australas. J. Anim.Sci. 26, 9: 13471358-.
18- Lipnizki, F. 2010. Cross-flow membrane applications in the food industry. In: Membrane Technology, Vol.3: Membranes for Food Applications (Ed. Klaus-Viktor Peinemann, Suzana Pereira Nunes, and Lidietta Giorno). WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim.
19- Prudencio, E., Debon, J., Petrus, J. C. C.2010, Rheological and physico-chemical characterization of prebiotic microfiltered dermented milk. Journal of Food Engineering 99, pp. 128135-.
20. Vourch, M., Bakannec, B., Chaufer, B. and Dorange, G. 2005. Nanofiltration and reverse osmosis of model process waters from the dairy industry to produce water for reuse. Desalination 172:245265-.
21- www.redaspa.com
22- www.useddairyequipment.com

گلخانه‌های هوشمند

بهروز خوش‌قلب[1]
مصطفی جعفریان[2]

۱-دانشجوی رشته تکنولوژی تولیدات گیاهی، مجتمع آموزش عالی شیروان
۲-دانش‌آموخته دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران و مدرس مجتمع آموزش عالی شیروان

1-behroozkhoshqalb@gmail.com
2-m.jafarian@ut.ac.ir

مقدمه

علـم پـرورش گل و گیـاه در داخـل گلخانـه از تاریخچـه طولانـی برخـوردار نیسـت. ایـن روش تولیـد تقریبـاً از حـدود نیـم قـرن گذشـته در ایـران آغـاز شـده اسـت. در طـول ایـن مـدت، تحـول چندانـی در زمینـه کنتـرل عوامـل محیطـی گلخانـه در ایـران صـورت نگرفتـه اسـت؛ بـه همیـن دلیـل بـازده و عملکـرد در واحـد سـطح گلخانه‌هـا در کشـور مـا بسـیار پایین‌تـر از کشـورهای توسـعه‌یافته اسـت؛ امـا در سـال‌های اخیـر بـه علـت افزایـش هزینـه‌ی حامل‌هـای انـرژی، کشـت گلخانـه‌ای رشـد قابـل ملاحظـه‌ای داشـته اسـت. مزیت‌هـای فـراوان شـرایط کنتـرل شـده گلخانـه‌ای بـرای تولیـد، از یکسـو و تأثیـرات مثبـت اقتصـادی از سـوی دیگـر باعـث شـده اسـت کـه بررسـی روش‌هـای مدیریـت بهینـه گلخانه‌هـا در اولویت‌هـای برنامـه چهـارم توسـعه قـرار گیـرد. علی‌رغـم تمامـی مزیت‌هـای کشـت گلخانـه‌ای، مصـرف بـالای انـرژی در گلخانه‌هـا، به‌ویـژه در فصـل سـرما از مـواردی اسـت کـه نیـاز مبـرم بـه بررسـی‌های علمـی دارد. سـالانه میـزان زیـادی از محصـولات گلخانـه‌ای بـه دلیـل اسـتفاده از سـامانه‌های سـنتی از بیـن رفتـه و همچنیـن بسـیاری از محصـولات تولیـد شـده از عملکـرد قابـل قبولـی برخـوردار نیسـتند. در سـال‌های اخیـر بـه دلیـل افزایـش هزینه‌هـای جـاری از جملـه انـرژی و نیـروی انسـانی، تولیدکننـدگان را بـر آن داشـته اسـت کـه بـه روش‌هـای مکانیـزه و گلخانه‌هـای هوشـمند روی آورنـد. در گلخانه‌هـای هوشـمند هزینـه سـوخت تـا ۷۰ درصـد کاهـش می‌یابـد، همچنیـن کاهـش چشـمگیر هزینـه نیـروی انسـانی و خطاهـای انسـانی از دلایـل جذابیـت آن بـرای تولیدکننـدگان اسـت.

از جملـه مهم‌تریـن مزیت‌هـای گلخانه‌هـای هوشـمند می‌تـوان بـه افزایـش کمـی و کیفـی محصـولات تولیـد شـده، کاهـش آفـات و بیماری‌هـا، افزایـش کارایـی مصـرف عناصـر غذایـی و همچنیـن اسـتفاده بهینـه از سـایر صنایـع مـدرن در راسـتای تولیـد محصـولات اشـاره کـرد.

اهمیت کشت محصولات گلخانه‌ای

۱- افزایش تولید در واحد سطح:

بررسی سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی نشان می‌دهد که قاره آسیا دارای ۳۱ درصد از اراضی قابل کشت و ۵۸ درصد جمعیت جهانی است. تراکم جمعیت در رابطه با اراضی کشاورزی حدود ۸ نفر برای هر هکتار زمین می‌باشد، این رقم برای ایران حدود ۴ نفر در هر هکتار است. علی‌رغم وسعت زیاد کشورمان به علت محدودیت‌هایی مانند کوهستانی و بیابانی بودن، شوری یا قلیایی بودن خاک سطح اراضی قابل کشت بسیار محدود است و بایستی عملکرد در واحد سطح افزایش یابد. امروزه با توجه به افزایش روزافزون جمعیت از یک‌سو و محدودیت آبی و خاکی از سوی دیگر، اهمیت کشت محصولات گلخانه‌ای بیش از پیش احساس می‌شود. در کشت گلخانه‌ای، با استفاده از روش‌های تغذیه‌ای درست، بخصوص استفاده از ریزمغذی‌ها و نیز به‌کارگیری روش‌های نوین تولیدات گلخانه‌ای، منجر به بهره‌برداری فشرده از زمین می‌شود به‌طوری که حتی کشاورزانی که اراضی کوچک دارند و دارای محدودیت آبی هستند قادر به کسب درآمد کافی خواهند شد.

۲- بازارپسندی محصولات گلخانه‌ای:

از آن‌جایی‌که برای تولید محصولات گلخانه‌ای از بذر خالص و اصلاح شده استفاده می‌شود، کیفیت محصولات تولید شده، بسیار بالاست که علاوه بر بازارپسندی خوب در داخل کشور، امکان صادرات محصولات تولیدی نیز وجود دارد که از نظر اقتصادی برای تولیدکنندگان اهمیت بالایی دارد.

۳- مصرف بهینه آب:

از آن‌جایی که امکان استفاده از آبیاری قطره‌ای در کشت‌های گلخانه‌ای وجود دارد، صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف آب می‌شود. از جمله مزایای این سامانه، می‌توان به کوددهی از طریق آب آبیاری، تزریق سموم و حشره‌کش‌ها به آب آبیاری جهت کنترل آلودگی‌های خاک، کنترل بهتر میزان رطوبت گلخانه اشاره نمود. کنترل بهتر رطوبت گلخانه، باعث می‌شود تا بیماری‌های قارچی که در رطوبت بالا فعال می‌شوند، کنترل شوند.

۴- تولید محصولات در خارج از فصل:

گلخانه‌ها علاوه بر افزایش تولید در واحد سطح با تولید محصول در خارج از فصل معمول، قیمت نهایی بالاتری را در پی دارند که از نظر اقتصادی برای تولید کننده مقرون به صرفه است به عنوان مثال در تولید سبزی و صیفی، زودرسی عامل مهمی در کسب درآمد بیشتر می‌باشد که تولیدکننده با داشتن علم و مهارت روش‌های پیش‌رس کردن می‌توانند یک سری از محصولات را زودتر از موعد مقرر، تولید و به بازار عرضه نماید.

۵- استفاده بهینه از نیروی انسانی:

نیروی انسانی مورد نیاز برای تولید ۲۰ تن محصول در گلخانه نسبت به تولید در فضای آزاد به میزان ۱/۳ کاهش می‌یابد.

۶- امکان پرورش و نگهداری گیاهان در خارج از موطن اصلی آن‌ها:

با کشت گلخانه‌ای امکان پرورش و نگهداری گیاهان در خارج از موطن اصلی آن‌ها امکان‌پذیر است.

معایب کشت گلخانه‌ای

کشت یا تولید گلخانه‌ای مشکلات ویژه‌ای دارد که به‌طور اجمال عبارت‌اند از:

سرمایه‌گذاری اولیه زیاد است: عمده سرمایه صرف احداث گلخانه می‌شود. البته در صورت مدیریت صحیح تولید، در مدت سه تا پنج سال این هزینه باز خواهد گشت.

نیاز به مراقبت پیوسته: اندک غفلت ممکن است باعث خسارت جبران‌ناپذیر شود برای مثال کاهش ناگهانی دمای گلخانه در یک شب سرد زمستان همه‌ی محصول را از بین خواهد برد.

گلخانه‌های هوشمند

امروزه فنّاوری‌های پیچیده‌ای در صنعت گلخانه‌داری به‌کار گرفته می‌شود که برخلاف پیچیدگی ساختاری موجب سادگی کنترل و اداره گلخانه شده است. گلخانه‌داری به‌عنوان یک حرفه و تخصص چندین سال است که در دنیا دنبال می‌شود و هر روزه تجربه و دانش جدیدی به این عرصه وارد می‌شود که موجب بالا رفتن بهره‌وری و افزایش تولید می‌شود. بالاتر رفتن کیفیت و کاهش هزینه و ریسک و تلفات از مهم‌ترین ویژگی‌های گلخانه هوشمند است.

مزایای گلخانه‌ی هوشمند

۱- حفاظت از گیاهان در برابر شدت دما:

نوسانات دما می‌تواند تنها ظرف چند ساعت به گیاه آسیب‌های جبران‌ناپذیری بزند البته در گلخانه‌های هوشمند که قابلیت کنترل از راه دور را دارند، سامانه به نوسانات حساس بوده و در صورت تغییر دما سامانه‌های گرمایش یا سرمایش را به کار می‌اندازد و می‌توان گفت که نوسان دما در گلخانه‌های هوشمند صورت نمی‌گیرد.

۲- صرفه‌جویی در مصرف آب:

با توجه به مشکل کمبود آب در کشور ایران سامانه گلخانه هوشمند می‌تواند با مدیریت آب مورد استفاده به صرفه‌جویی قابل‌توجهی در این زمینه دست یابد. در باور عموم این‌گونه قلمداد می‌شود که مصارف آب شهری از مهم‌ترین علل هدر رفت و کمبود آب در کشور است ولیکن این‌گونه نیست و درصد بالایی از آب بیش از ۷۰٪ فقط در بخش کشاورزی که به صورت سنتی، غیرعلمی و غیراصولی انجام می‌شود به هدر می‌رود.

طی تحقیقاتی که صورت گرفته محققان به این عقیده هستند که صرفه‌جویی در مصرف آب از طرف مردم باعث صرفه‌جویی (۵٪) خواهد شد اما با ساخت گلخانه‌های هوشمند و زیر کشت بردن آن‌ها می‌توان مصرف آب را از (۸۰٪ به ۵۰٪) کاهش داد.

۳- هم‌زمانی کشت چند نوع محصول:

این ویژگی گلخانه‌ی هوشمند باعث رونق کشاورزی و بهبود وضعیت آن می‌شود که این نوع کشت را برای کشاورزان و باغداران بسیار مقرون به صر فه می کند .

۴- تأمین نور مورد نیاز در تمام فصول سال:

در ایران باور عمومی این است که کشور ما از لحاظ نور خورشید با کمبود مواجه نیست، اما

این موضوع صحیح نیست و اکثر کشاورزان در فصل زمستان با کمبود شدید نور مواجه هستند که این مشکل نیز در گلخانه‌های هوشمند و با استفاده از طیف‌های نوری مورد نیاز برای کشت گیاهان قابل برطرف شدن است.

۵-امکان تولید طبقاتی محصول:

این ویژگی امکان استفاده بیشتر و بهینه‌تر از فضا را به کشاورز می‌دهد و نیز محصولات تولید شده به دلیل حذف سموم و در امان بودن محصولات از آفات گیاهی تا حد زیادی، طبیعی و تمیز هستند.

تجهیزاتی که در گلخانه‌های هوشمند وجود دارند

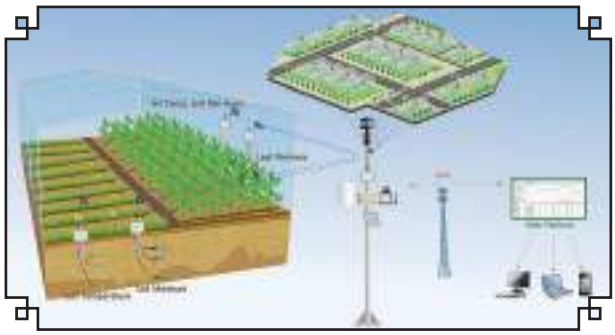
سامانه‌های کنترل هوشمند دما، میزان رطوبت، نور، آبیاری و سامانه خطرسنج در گلخانه، مانیتورینگ آنلاین سالن گلخانه هوشمند، تابلو فرمان کنترل سامانه سایبان متحرک، تابلو فرمان وضعیت‌های اضطراری، تابلو فرمان کنترل مه‌ساز و فن، تابلو فرمان کنترل هیترها، تابلو برق اضطراری، تابلو کنترل باد، تابلو فرمان اتوماتیک، تابلو فرمان سامانه هیدروپونیک، ایستگاه هواشناسی بیرون گل خانه، سامانه آبیاری از سقف (مه پاش) و سامانه آبیاری در نزدیکی ریشه.

تهویه:

به معنای نصب پنجره در سقف یا اطراف گلخانه به منظور تبادل هوای داخل و خارج گلخانه است که انواع آن عبارت‌اند از تهویه زمستانی، تهویه با فن، تهویه طبیعی. تهویه اتوماتیک باعث کاهش هزینه کارگری، تهویه یکنواخت و ثابت نگه داشتن دما برای رشد و نمو گیاهان می‌شود.
دستگاه تهویه در محلی نصب می‌شود که اختلاف سطح کافی با بلندترین ارتفاع گیاه داشته باشد تا گیاهان در معرض مستقیم جریان هوا قرار نگیرد دستگاه تهویه باید در خلاف جهت باد غالب نصب شود.

حس‌گر رطوبت گلخانه هوشمند:

رطوبت داخل گلخانه با توجه به نقش آن در افزایش کمیت و کیفیت محصول و کنترل آفات و بیماری‌ها باید به نحو مقتضی در حد بهینه کنترل شود و بهترین میزان رطوبت نسبی در گلخانه‌ها حدود ۷۵٪ است. رطوبت نسبی کمتر از ۶۰ ٪ توأم با دمای بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد منجر به ریزش غنچه‌ها و میوه‌ها می‌شود اگر رطوبت نسبی بالاتر از ۷۵٪ و دما کمتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد بیماری‌های قارچی افزایش می‌یابد بنابراین استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج الزامی می‌باشد.



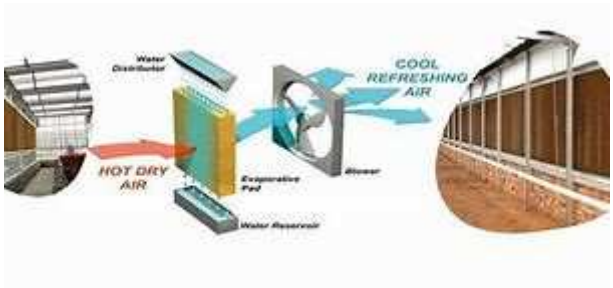
کنترل دمای گلخانه هوشمند:

در زمستان گلخانه قادر نیست، تمامی گرما مورد نیاز خود را از طریق نور خورشید تأمین کند، بنابراین نیاز گلخانه به گرما می‌بایست از طرق مختلف فراهم شود. سیستم‌های گرمایی که برای گرم کردن گلخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند باید امکان تأمین حرارت مورد نیاز در سردترین شب سال را داشته باشند و نیز حرارت را در سرتاسر گلخانه به طور یکنواخت پخش کنند که این موضوع باعث کاهش بیماری‌ها، رشد مناسب گیاهان و افزایش کارایی آن‌ها می‌شود.

خنک کردن:

خنک کردن گلخانه بسیار سخت‌تر و پرهزینه‌تر از گرم کردن آن است در تابستان، هوا در داخل گلخانه اغلب ۱۱ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای بیرون است. اثرات زیان‌بار دماهای بالا عبارت‌انداز: عدم استحکام ساقه، کاهش اندازه گل، تأخیر در گل‌دهی و مرگ جوانه. خنک کردن به منظور جلوگیری از نفوذ تابش‌های زیاد آفتاب در تابستان صورت می‌گیرد.

روش‌های خنک کردن عبارت‌اند از: سایه دادن، رنگ‌آمیزی پوشش گلخانه (رنگ قابل شستشو)، سایه دادن با آب آهک، روش تبخیری پوشال و پنکه و...



سامانه‌های آبیاری گلخانه هوشمند:

یک سامانه آبیاری از اجزاء مختلفی تشکیل‌شده است که باید به‌صورت هماهنگ کار کنند تا هدف از اجزاء سامانه را تأمین نمایند. در کارهای کشاورزی سامانه‌های آبیاری برای این طراحی و اجرا می‌شوند که آب مورد نیاز زراعت را در زمان معین در اختیار گیاه قرار دهند.

نور گلخانه هوشمند:

با توجه به نقش تعیین‌کننده نور در فتوسنتز گیاه و تأمین بخشی از دمای گلخانه، تنظیم نور (شدت، تابش و نوع منبع روشنایی) درون گلخانه با در نظر گرفتن نوع محصول و اقلیم منطقه صورت می‌گیرد لازم به ذکر است که شدت نوری لازم برای گیاهان گلخانه‌ای بین ۱۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ لوکس است و استفاده از دستگاه نورسنج (لوکس متر) در گلخانه‌ها با توجه به شرایط اقلیمی منطقه (ابرناکی) الزامی است.

سامانه اعلام‌خطر در گلخانه هوشمند:

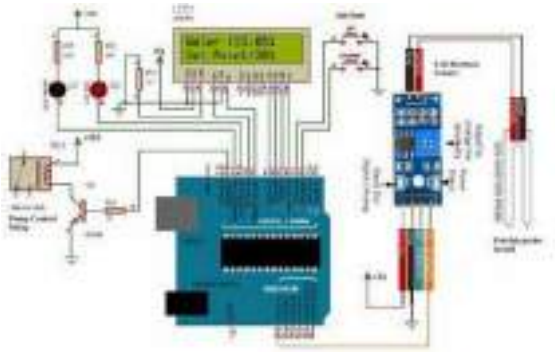
اکثر اوقات به دلیل حجم زیاد کار گلخانه‌ها، مزارع و باغات، مالکان گلخانه‌ها از خرابی برخی سامانه‌های خود بی‌اطلاع می‌مانند، اما با استفاده از سامانه پایش و کنترل هوشمند می‌توان کوچک‌ترین خرابی سامانه را به دستگاه انتقال داده و آژیر خطر را راه بیندازد و به‌صورت آنلاین روی تلفن همراه مالک نمایش دهد و مالک را از خرابی‌های سامانه‌های سالن باخبر سازد تا در اسرع وقت آن را تعمیر کند.

تابلو فرمان کنترل سامانه سایبان متحرک:

این تابلو فرمان، به کمک حس‌گرهای نور و دما، باز و بسته کردن توری سایبان را کنترل می‌کند.

تابلو فرمان کنترل پنجره‌ها (تمام اتوماتیک):

کنترل باز و بسته شدن پنجره‌های گلخانه به‌صورت دستی و اتوماتیک توسط این تابلو فرمان دریافت می‌کند.



تابلو فرمان وضعیت‌های اضطراری:

کلیه حس‌گرهای دما، رطوبت، نور، باران، برف و... از طریق این تابلو به تابلوهای دیگر فرمان‌های اضطراری را می‌دهد.

تابلو فرمان کنترل هیترها:

چنانچه دمای گلخانه از حد معین کاهش یابد و یا از حد مجاز افزایش یابد، این تابلو با کنترل هیترها دمای داخل گلخانه را مناسب می‌کند.

تابلو کنترل باد:

تابلو کنترل باد به کمک حس‌گرهای سرعت و جهت باد در وضعیت‌های حساس بر اساس سرعت و جهت باد، در هنگام وزش بادهای شدید، وظیفه بستن پنجره‌ها را بر عهده دارد.

تابلو فرمان اتوماتیک:

کنترل اتوماتیک پنجره‌ها با قابلیت نصب حس‌گر باد، جهت باد، حس‌گر باران و برف، حس‌گر دما و آلارم را بر عهده دارد.

تابلو فرمان هیدروپونیک:

معمولاً دارای ۵ شیر برقی جهت ۵ مخزن کود با امکان کنترل زمان آبیاری، میزان کوددهی، حس‌گر میزان اکسیژن موجود در آب، حس‌گر املاح موجود در آب و حس‌گر تعیین میزان فشار پمپاژ آب را بر عهده دارد.

تابلو برق اضطراری:

در مواقع قطع برق سراسری به کمک سامانه برق اضطراری می‌توان مانع خسارات جبران‌ناپذیر شد. این سامانه به کمک پنل های خورشیدی، سامانه ذخیره برق و البته در مواردی هم یک ژنراتور برق عمل می‌کند.

تابلو فرمان اتوماتیک:

کنترل اتوماتیک پنجره‌های سقفی و جانبی، توری سایبان، گرمایش، فن و فوگر، پد و فن، فن‌های خروجی، فن‌های سیرکوله و... با قابلیت نصب حس‌گرهای متفاوت دیگر. در واقع این تابلو به عنوان اصلی‌ترین تابلو در گلخانه عمل می‌کند و به تابلوهای دیگر فرمان‌ها را صادر می‌کند.

نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و افزایش قیمت حامل‌های انرژی، توجه به نحوه استفاده درست از انرژی‌های موجود از جمله مباحث مهم روز به شمار می‌رود. با توجه به اجرای نادرست گلخانه در ایران و نیز یارانه‌های آشکار و پنهان زیاد انرژی برای بخش کشاورزی، هدر رفتن انرژی در بخش کشاورزی بسیار زیاد است. اجرای گلخانه به‌صورت هوشمند ممکن است در ابتدا هزینه زیادی در برداشته باشد ولی باگذشت یک سال علاوه بر اینکه هزینه‌های خود را جبران می‌کند به سوددهی نیز می‌رسد.

منابع و مآخذ

سعیدی، رضا. گلخانه‌های پروبیونیک، ۱۳۹۱

کیانی، علی و مطهری، احمد. سیستم‌های گرمایش و سرمایش گلخانه‌ها، ۱۳۹۲

فرجاد نسب، محمد. پیاده‌سازی گلخانه اتوماتیک، پروژه کارشناسی ناپیوسته کنترل فرآیند، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی خراسان.

شاهین رخسار، پریسا و عباسپور فرد، محمدحسین. کنترل محیط گلخانه. اولین کارگاه فنی ارتقا کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای ۲۶/مهر/۱۳۸۶

Brewestcr,c,Roussaki,I,Kalatzis,N, Doolin,K,2017.IOTin agriculture.Internet of Things Journal.55.9.2633-

Elijah,O,abdul Rahman,T,2018. An overview of Internet of things IOT and Data Analytics in agriculture: bene –fits and challenges, (review). Internet of Things Journal.5(5),23274662-.

BAKKER J.C. 1989. The effect of air humidity on growth and fruit production of sweet pepper (Capsicum annuum L). J Hortic Sci 64, 4146-.

M. Azaza, K. Echaieb, F. Tadeo, E. Fabrizio, A. Iqbal and A. Mami, "Fuzzy Decoupling Control of Greenhouse Climate, Arabian Journal for Science and Engineering, vol. 40(9), pp. 28052015 ,2812-

A. Shukla, G. N. Tiwari and M. S. Sodha, "Experimental study of effect of an inner thermal curtain in evaporative cooling system of a cascade greenhouse, Solar Energy, vol. 82, pp. 612008 ,72-.

https://b2n.ir/iotagriculture

کاربرد اینترنت اشیاء در کشاورزی هوشمند

(قسمت اول)

محمد صادق رهبانی

دانشجوی کارشناسی مهندسی طبیعت، دانشگاه تهران

sadeghrohban@gmail.com

چکیده

با پیشرفت فناوری در سال‌های اخیر و ورود اینترنت به متن زندگی انسان، بسیاری از زمینه‌های مختلف فعالیت‌های انسانی هم‌چون صنعت و کشاورزی تحت تأثیر این فناوری‌ها قرار گرفته‌اند. از جمله این فناوری‌های دیجیتال می‌توان به اینترنت اشیاء اشاره کرد. با توجه به کاربردی که اینترنت اشیاء در امور مختلف از خود نشان داده است، می‌توان دریافت که ظرفیت بهره‌گیری در زمینه‌های مختلفی همچون کشاورزی، دامداری و صنعت را دارا است.

در این تحقیق، به کاربرد اینترنت اشیاء در کشاورزی و هم‌چنین بررسی یک سیستم آبیاری بهینه می‌پردازیم. در اصل سیستمی مبتنی بر استفاده از اینترنت اشیاء در آبیاری پیشنهاد و بررسی می‌شود که می‌تواند آبیاری محصولات کشاورزی را به صورت هوشمند انجام‌داده و باعث کاهش هدررفت آب شود؛ هم‌چنین به بررسی و جمع‌آوری داده‌های مختلفی هم‌چون رطوبت خاک و دما اقدام می‌کند که با استفاده از این داده‌ها می‌توان در مسیر کشاورزی پایدار گام برداشت.

این کار با هدف طراحی و توسعه یک سیستم کنترل‌کننده با استفاده از سنسورها در مزارع کشاورزی به‌همراه مدیریت داده از طریق تلفن همراه و یک برنامه تحت وب انجام شده است. این سیستم در چند مزرعه‌ی کشاورزی مورد بررسی قرارگرفت. نتایج نشان داد که اجرای این سیستم در کشاورزی، مفید و سودمند است. میزان رطوبت خاک به‌طور مناسب برای رشد محصولات کشاورزی، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری کشاورزی حفظ شد. به‌علاوه، این روش کشاورزی را از طریق نوآوری دیجیتال هدایت می‌کند.

مقدمه

فناوری‌های پیشرفته می‌تواند برای اکثر مردم مزایایی به همراه داشته باشد. در سال‌های اخیر، اینترنت اشیاء[1] نقش عمده‌ای را در زندگی روزمره‌ی انسان ایفا می‌کند، همچنین درک و توانایی ما را در محافظت از محیط اطرافمان گسترش می‌دهد. به‌ویژه در زمینه‌های کشاورزی، صنعت و محیط زیست اینترنت اشیاء را در تشخیص و کنترل مسائل مختلف اعمال می‌کنند.

به‌علاوه می‌تواند اطلاعاتی را در مورد منشأ و خصوصیات محصول به کاربر ارائه دهد. بنابراین، این تحقیق با هدف استفاده از اینترنت اشیاء برای بهینه‌سازی کشاورزی به وسیله رایانه انجام شده است.

در چنین بهینه‌سازی کشاورزی، نصب یک شبکه حسگر بی‌سیم (WSN)[2] در مزرعه باعث بهبود اثربخشی و کارایی کشاورزان می‌شود. این سنسورها می‌توانند به ارزیابی متغیرهای مزرعه کشاورزی مانند وضعیت خاک، شرایط جوی و زیست-توده گیاهان یا جانوران کمک کند. هم‌چنین می‌تواند برای ارزیابی و کنترل متغیرهایی مانند دما، رطوبت، ارتعاشات یا ضربه در حین حمل و نقل محصولات مورد استفاده قرار گیرد.

به‌علاوه می‌توان از شبکه حسگر بی‌سیم (WSN) برای نظارت و کنترل عواملی که بر رشد و عملکرد محصول تأثیر می‌گذارند نیز استفاده کرد. هم‌چنین می‌توان از آن‌ها برای تعیین زمان بهینه برداشت بهره برد. در این مطالعه، بر روی داده‌های متشکل از رطوبت هوا، دما و رطوبت خاک در مزارع کشاورزی تمرکز می‌کنیم.

برای توسعه‌ی یک سیستم مناسب، به ذخیره‌ی اطلاعات و رویکردی برای کشف دانش از داده‌های ذخیره شده و تعامل با کاربر نیاز داریم. یک سیستم پایگاه داده، به عنوان یک برنامه تحت وب طراحی و پیاده‌سازی می‌شود. داده‌های ذخیره شده برای تصمیم‌گیری در ارتباط با کنترل آبیاری خودکار محصولات استفاده می‌شود.

داده‌های کشاورزی برای بهینه‌سازی و حفاظت از محیط اطراف و پیش‌بینی نیاز آبی محصولات کشاورزی در آینده مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. به‌عنوان یکی از مشارکت‌های مهم، در این کار از تحلیل داده‌ها استفاده می‌شود تا بهترین مقدار را از اندازه‌گیری دقیق با دستگاه‌های کامپیوتری که محصولات، زمین، آب و هوا را کنترل می‌کنند، استخراج کند.

تحلیل داده در کشاورزی، برای به‌دست آوردن اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف این کار طراحی و پیاده‌سازی سیستم شبکه حسگر بی‌سیم (WSN) برای سنسورها در مزارع کشاورزی، همراه با مدیریت داده‌ها است، که از طریق تلفن همراه هوشمند و یک برنامه تحت وب با کاربر ارتباط برقرار می‌کند. سیستم پیشنهادی می‌تواند از محصولات زراعی پشتیبانی کند و به کشاورزانی که در هر زمان و مکانی با سیستم ارتباط دارند، کمک کند.

کاربرد اینترنت اشیاء در کشاورزی

درسال‌های اخیر، اینترنت اشیاء در بسیاری از مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است. از کاربردهای این فناوری در زمینه کشاورزی می‌توان به بهبود عملکرد، افزایش کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش هزینه‌ها اشاره کرد. استفاده از شبکه حسگر بی‌سیم (WSN) در کشاورزی دقیق به صورت آماری به کشاورزان کمک می‌کند و به آن‌ها در تصمیم‌گیری بهتر و آگاهانه یاری می‌رساند.

همچنین برای بهبود کارایی در کارهای پیچیده، یک سیستم اطلاعاتی یکپارچه (IIS)[3] جدید برای نظارت و مدیریت زیست محیطی منطقه‌ای، مبتنی بر اینترنت

1. The Internet of Things (IoTs)
2. Wireless Sensor Network

اشـیاء ارائـه شـد. (IIS) پیشـنهادی ترکیبـی از اینترنـت اشـیاء، ژئـو انفورماتیـک (GIS[4]، GPS[5] و RS[6]) و علـم الکترونیکـی بـرای نظـارت و مدیریـت زیسـت‌محیطی اسـت.

نتایـج نشـان داد، مزایـای ایـن سیسـتم اطلاعاتـی نه‌تنهـا در جمـع‌آوری داده‌هـای پشـتیبانی شـده توسـط اینترنـت اشـیاء، بلکـه در خدمـات وب و برنامه‌هـای مبتنـی بـر سیسـتم عامـل رایانه‌هـا نیـز وجـود دارد.

مـدلا و همـکاران، ۲۰۱۳؛ اینترنـت اشـیاء را در زنجیـره تولیـد محصـولات کشـاورزی اسـتفاده کردنـد. آن‌هـا طرحـی ابتـکاری مبتنـی بـر مفهـوم اینترنـت اشـیاء را بـا تلفیـق دسـتگاه‌های حسـگر توزیـع شـده بی‌سـیم بـا شبیه‌سـازی شـرایط آب و هوایـی، ارائـه دادنـد.

لـی و همـکاران، ۲۰۱۳؛ یـک سیسـتم اطلاعاتـی را بـرای کشـاورزی بـر اسـاس اینترنـت اشـیاء ارائـه دادنـد. در آن مطالعـه، ردیابـی و اندازه‌گیـری کل فراینـد تولیـد محصـولات کشـاورزی بـا سـرورهای اینترنـت اشـیاء، انجـام شـد. عـلاوه برایـن، یـک سیسـتم کشـف اطلاعـات بـرای پیاده‌سـازی، ضبـط، استانداردسـازی، مدیریـت، مکان‌یابـی حاصـل از تولیـدات کشـاورزی طراحـی شـده اسـت.

فوراتـی و همـکاران،۲۰۱۴؛ یـک سیسـتم پشـتیبانی اقدامـات مبتنـی بـر وب را ارائـه می‌دهنـد کـه بـا (WSN) بـرای برنامه‌ریـزی آبیـاری در مـزارع زیتـون ارتبـاط برقـرار می‌کنـد.

بـرای ایـن منظـور، پژوهشـگران از سنسـورهایی بـرای اندازه‌گیـری رطوبـت، تابـش خورشـید، دمـا و بـاران اسـتفاده کردنـد.

لـوان و همـکاران، ۲۰۱۵؛ یـک سیسـتم مصنوعـی را طراحـی کـرده و توسـعه داده‌انـد کـه نظـارت و پیش‌بینـی خشکسـالی و پیش‌بینـی میـزان آبیـاری را در یـک بسـتر مبتنـی بـر اینترنـت اشـیاء بـا برنامه‌ریـزی ترکیبـی و محاسـبات مـوازی تلفیـق می‌کنـد.

کانـون و همـکاران، ۲۰۱۴؛ بـر روی سیسـتم‌های آبیـاری بـا اسـتفاده از (WSN) بـرای جمـع‌آوری داده‌هـای محیـط و کنتـرل سیسـتم آبیـاری از طریـق تلفن همراه هوشـمند تمرکـز کردنـد.

گروهـی از پژوهشـگران، یـک راه‌حـل طولانـی مـدت امـا در عیـن حـال پایـدار را بـرای اتوماسـیون کشـاورزی بـرای به‌دسـت آوردن داده‌هـا از محصـولات گیاهـی بـا اندازه‌گیری‌هـای زیسـت محیطـی ارائـه داده‌انـد. پژوهشـگران یـک فنـاوری اندازه‌گیـری قابـل حمـل شـامل سنسـور رطوبـت خـاک، سنسـور رطوبـت هـوا و سنسـورهای دمـای هـوا را ایجـاد کردنـد.

چـن و همـکاران،۲۰۱۴؛ سیسـتم‌هایی را بـرای نظـارت بـر درجـه حـرارت و رطوبـت خـاک چنـد لایـه در یـک مزرعـه کشـاورزی بـا اسـتفاده از (WSN) بـرای بهبـود اسـتفاده از آب و جمـع‌آوری داده‌هـای اساسـی بـرای تحقیـق در مـورد تغییـرات نفـوذ آب در خـاک و آبیـاری دقیـق ارائـه دادنـد.

ایـن مـوارد، نمونه‌هایـی از کاربـرد اینترنـت اشـیاء در کشـاورزی هوشـمند اسـت، کـه بـه تفصیـل بیـان شـد.

کاربـرد تجزیـه و تحلیـل داده‌هـای کشـاورزی

اسـتفاده از اینترنـت اشـیاء منجـر بـه داده‌هـای بزرگـی می‌شـود، کـه اطلاعـات ارزشـمندی را در اختیـار شـما قـرار می‌دهـد. بـه همیـن دلیـل، بسـیاری از مطالعـات تـلاش کرده‌انـد کـه چنیـن داده‌هایـی را بـه اطلاعـات و دانـش مفیـد تبدیـل کننـد.

کامیلاریـس و همـکاران، ۲۰۱۷؛ یـک سیسـتم نظـارت و کنتـرل آنلایـن میکـرو اقلیـم بـرای گلخانه‌هـا ایجـاد کردنـد. ایـن سیسـتم توسـط (WSN) بـرای جمـع‌آوری و تجزیـه و تحلیـل داده‌هـای مربـوط بـه حسـگرهای گیـاه جهـت کنتـرل آب و هـوا، کوددهـی، آبیـاری و آفـات پشـتیبانی شـد.

3. Internet Information Services
4.Geographic Information System (GIS)
5. Global Positioning System (GPS)
6.Remote Sensing (RS)

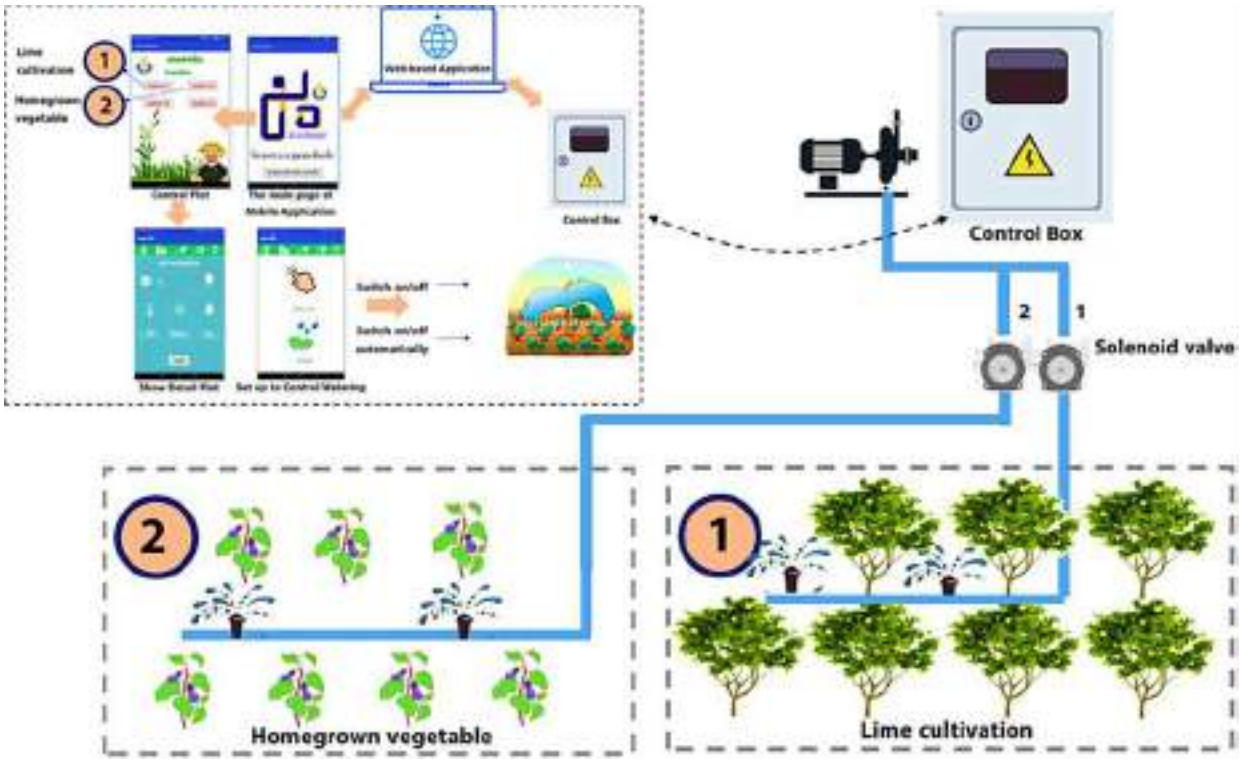
گروهی از پژوهشگران نیز یک سیستم پایش آنلاین جدید و سریع را برای اینترنت اشیاء ارائه دادند که پس از جمع‌آوری اطلاعات کافی از سیستم اینترنت اشیاء در کشاورزی، مدل‌سازی داده‌های مربوط، به ترویج کاربرد تجزیه و تحلیل داده‌های کشاورزی منجر شد. با این حال فقط تعداد کمی از مطالعات برای استخراج اطلاعات و دانش مفید، از تحلیل داده استفاده کرده‌اند.

مناطق نمونه

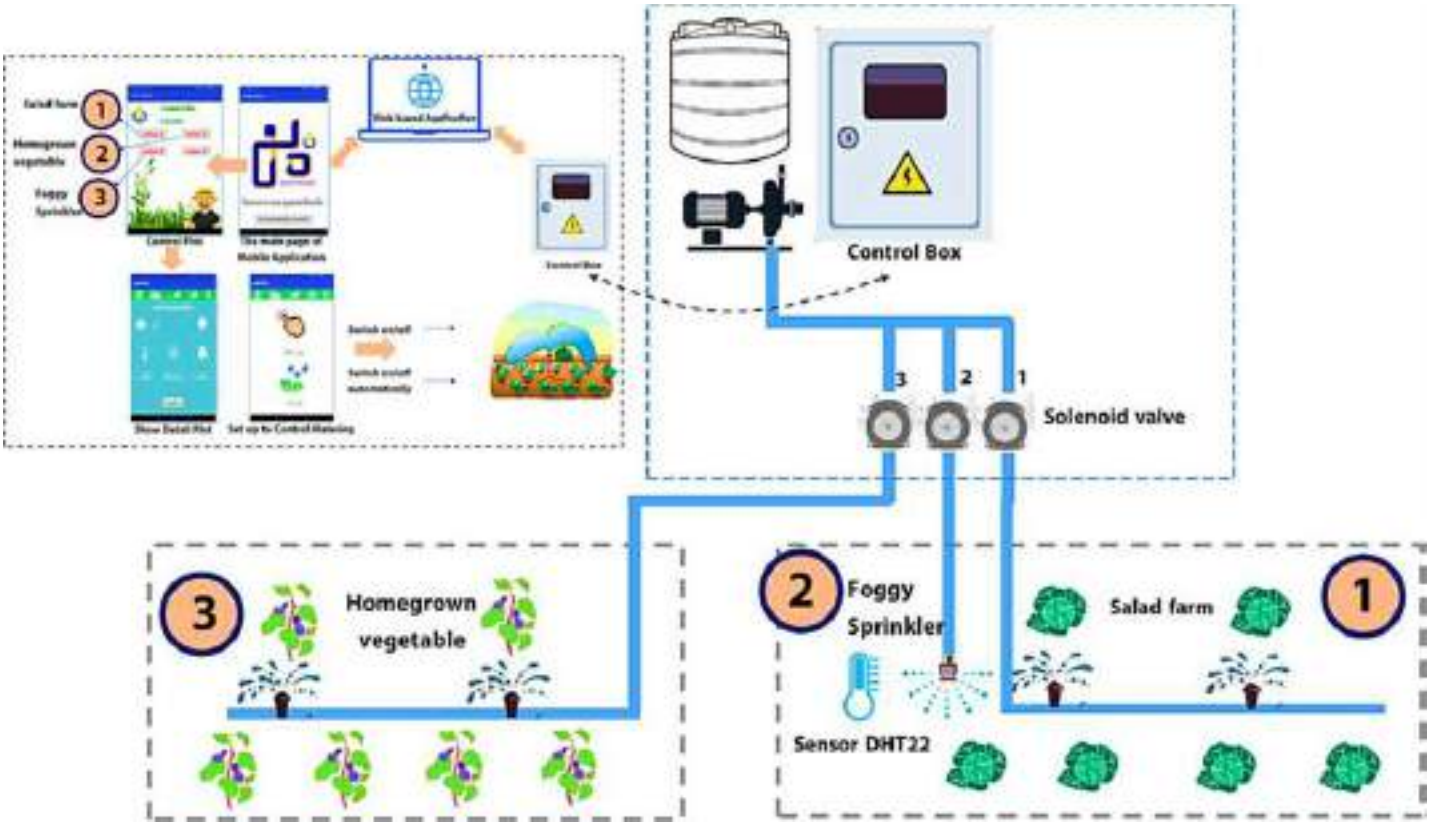
به‌عنوان منطقه آزمون، سه مزرعه مورد بررسی قرارگرفتند. سه مزرعه نمونه جدا از یکدیگر واقع شده‌اند و از نظر کشاورزی تفاوت‌هایی دارند. اولین مزرعه دارای کشت لیموترش و سبزیجات خانگی است. مزرعه‌ی دوم دارای کشت کاهو و سبزیجات خانگی است. مزرعه آخر نیز دارای یک سیستم کشاورزی یکپارچه با کشت کاهو، مرغداری و پرورش قارچ است.

در تمام مزارع نمونه مشخص شد که اینترنت اشیاء می‌تواند برای حمایت و کمک به کشاورزان در هر نوع کشاورزی استفاده شود. علاوه‌بر این، کشاورزان می‌توانند زمان صرفه‌جویی شده را برای فعالیت‌های دیگر در جهت افزایش درآمدشان صرف کنند.

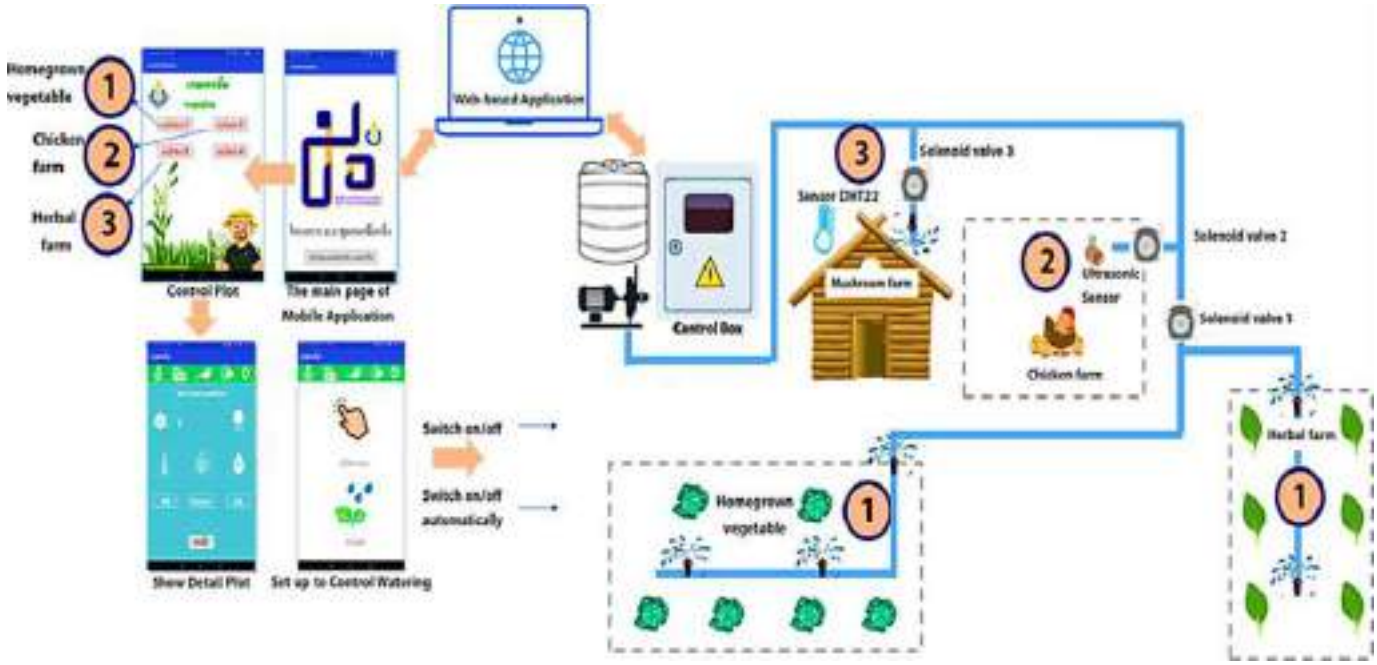
اطلاعات زمانی دستگاه‌های اینترنت اشیاء در هر مزرعه برای کنترل خاموش کردن آبپاش‌ها به صورت خودکار مورد استفاده قرار گرفت. در ابتدا، اطلاعات اینترنت اشیاء را به مدت ۱۷۰ روز جمع‌آوری کردند، همچنین تجزیه و تحلیل عملکرد، با بهره‌گیری از این داده‌ها صورت گرفت. اطلاعات اینترنت اشیاء به دست آمده شامل: رطوبت هوا، دما و رطوبت خاک است که در هر ۲۰ دقیقه جمع‌آوری می‌شود اما برای تجزیه و تحلیل از میانگین‌های روزانه استفاده شده است. به علاوه عملکرد کشت لیمو ترش و سبزیجات خانگی برای تعیین روابط بین اطلاعات اینترنت اشیاء و محصولات کشاورزی ثبت شده است. البته لازم به ذکر است که مدل‌های آبیاری سه مزرعه مورد بررسی در شکل‌های ۱-۳ به تفصیل بیان شده است.



(شکل ۱، مدل آبیاری مزرعه اول)



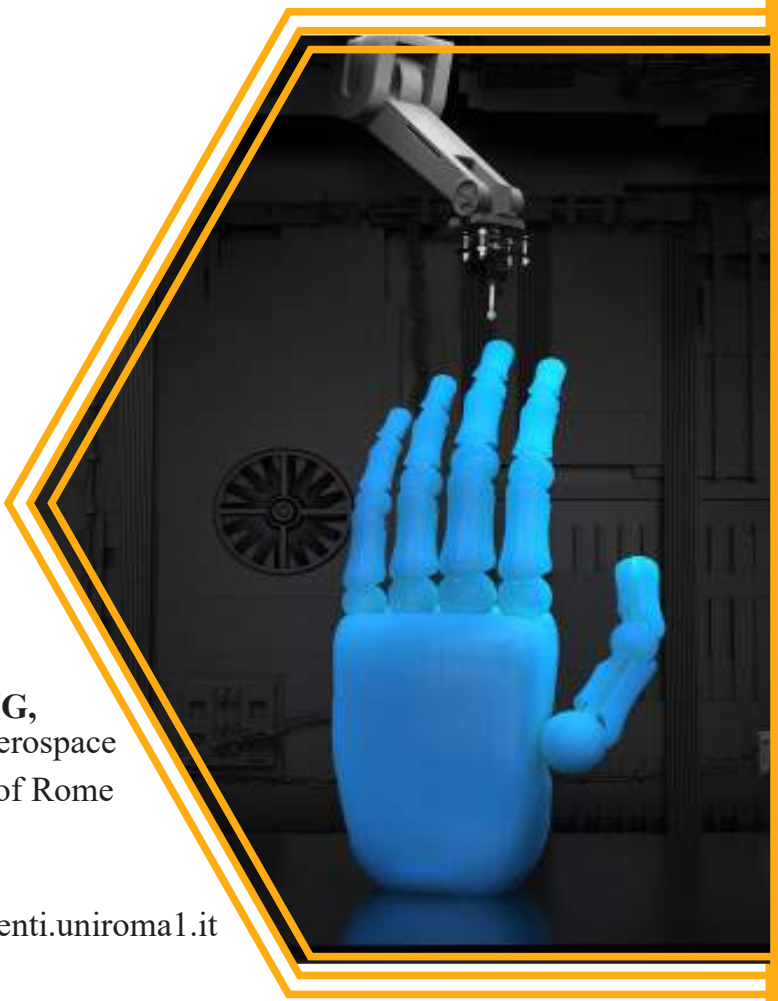
(شکل۲، مدل آبیاری مزرعه دوم)



(شکل۳، مدل آبیاری مزرعه سوم)

Introduction to 4D printing technology and its applications in the field of mechanical engineering (Part 1)

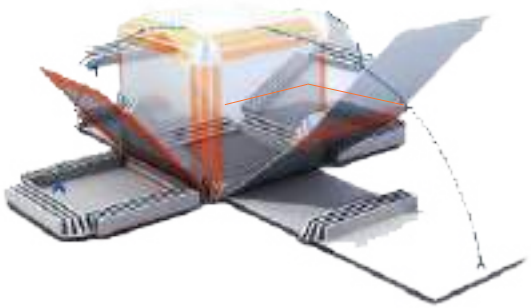
https://b2n.ir/4dprinting



Mohamad Hajalioghli

MASTER OF SIENCE IN MECHANICAL ENGINEERING,
Department Of Mechanical and Aerospace Engineering, Sapienza university of Rome

hajalioghli.1862608@studenti.uniroma1.it



Abstract

Research into 4D printing has attracted unprecedented interest since 2013 when the idea was first introduced. It is based on 3D printing technology, but requires additional stimulus and stimulus- responsive materials. Based on certain interaction mechanisms between the stimulus and smart materials, as well as appropriate design of multi-material structures from mathematical modeling, 4D printed structures evolve as a function of time and exhibit intelligent behavior. Stimuli such as heat, humidity, pH, and light trigger the actuation of printed objects without motors or wires. Smart materials that respond to external stimuli are good candidates for 4D printing. Unlike 3D printing, 4D printing is time dependent, printer-independent, predictable, and targets shape, property and functionality evolution. This allows for self-assembly, multi-functionality, and self-repair.

This research presents a comprehensive review of the 4D printing process and summarizes the practical concepts in different fields especially engineering and related tools that have a prominent role in this field.

1. Introduction

3D printing was invented in the 1980s and has been applied in various fields, ranging from biomedical science to space science. 4D printing, a recently developed field originating from 3D printing, shows promising capabilities and broad potential applications.

4D printing was initiated and termed by a research group at MIT (Tibbits [1]). It relies on the fast growth of smart materials, 3D printers, and mathematical modeling and design (Choi et al. [2]). 4D printing shows advantages over 3D printing in several aspects (Jacobsen [3]).

In this review, a general guideline is provided by deconstructing the 4D printing process into several main sections.

These sections include definition, scope, motivation, shapeshifting behaviors, material structures, materials, shape- shifting mechanisms and stimuli, mathematics, and applications.

1.1. Definition

4D printing was initially defined as 4D printing = 3D printing + time (Fig. 1), where the shape, property, or functionality of a 3D printed structure can change as a function of time (Tibbits [1]), (Tibbits [4]), (Tibbits et al. [5]), (Ge et al. [6]), (Pei [7]), and (Khoo et al. [8]). As the number of studies conducted on this technology increases, a more comprehensive definition of 4D printing is presented here. 4D printing is a targeted evolution of the 3D printed structure, in terms of shape, property, and functionality. It is capable of achieving self-assembly, multi-functionality and nd self-repair.

It is time-dependent, printer-independent, and predictable. As mentioned above, 4D printing can fabricate dynamic structures with adjustable shapes, properties, or functionality (Tibbits et al. [5], Pei [7] and Gladman et al. [10]).

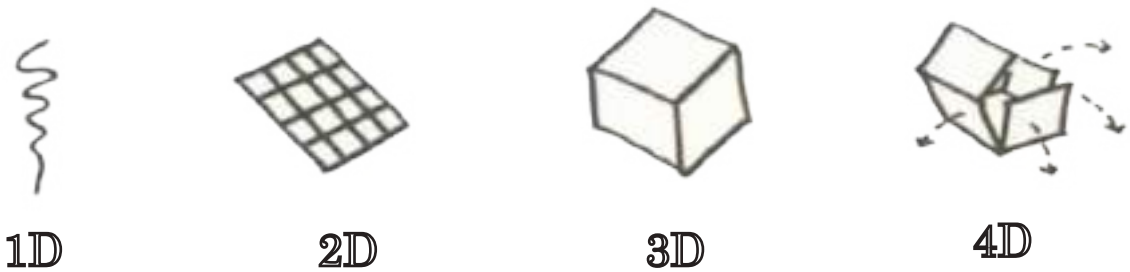
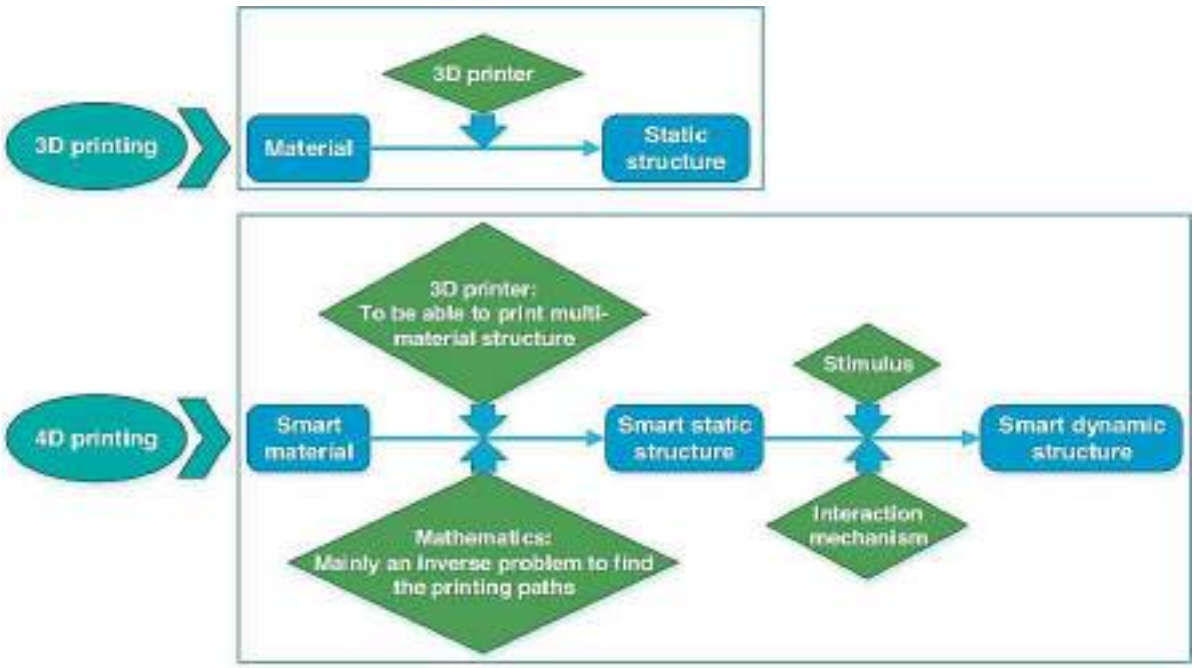


fig. 1. A simple illustration of the concept of 4D printing

This capability mainly relies on an appropriate combination of smart materials in the threedimensional space (Gladman et al., 2016) [10].

Mathematical modeling is required for the design of the distribution of multiple materials in the structure. There are at least two stable states in a 4D printed structure, and the structure can shift from one state to another under the corresponding stimulus (Zhou et al. [11]). The main differences between 3D printing and 4D printing are illustrated in Fig. 2.

As illustrated in Fig. 3, the fundamental building blocks of 4D printing are 3D printing facility, stimulus, stimulus-responsive material, interaction mechanism, and mathematical modeling.



.fig. 2. the differences between 3D printing and 4D printing

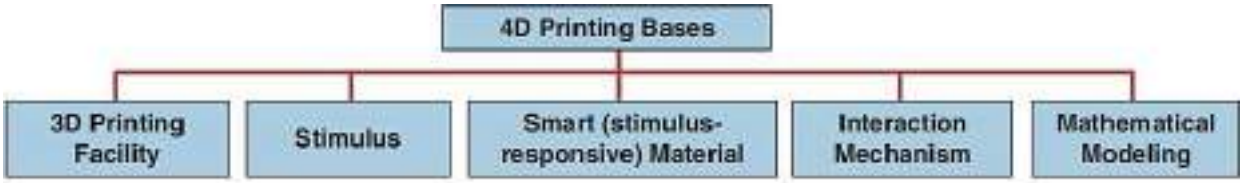


fig. 3. 4D printing bases

These elements enable targeted and predictable evolution of 4D printed structures over time and are discussed in further detail below:

• 3D printing facility:

Usually, a 4D printed structure is created by combining several materials in the appropriate distribution into a single, one-time printed structure (Raviv et al. [12]). The differences in material properties, such as swelling ratio and thermal expansion coefficient, will lead to the desired shape-shifting behavior.
Therefore, 3D printing is necessary for the fabrication of multi-material structures with simple geometry.

• Stimulus:

Stimulus is required to trigger the alterations of shape/ property/functionality of a 4D printed structure. The stimuli that researchers have used in 4D printing thus far include water [4,5,10,12,13], heat [6,14–18], a combination of heat and light [19], and a combination of water and heat [10,20]. The selection of the stimulus depends on the requirements of the specific application, which also determines the types of smart materials employed in the 4D printed structure.

• Smart or stimulus-responsive material:

Stimulus-responsive material is one of the most critical components of 4D printing. Stimulus-responsive materials can be classified into several sub- categories, as shown in Fig. 4.
The capability of this group of materials is defined by the following characteristics: selfsensing, decision making, responsiveness, shape memory, selfadaptability, multi-functionality [8], and self- repair. Several review studies on stimulus-responsive materials have been provided by Roy et al. [21], Stuart et al. [22], Sun et al. [23], and Menget al. [24].

• Interaction mechanism:

In some cases, the desired shape of a 4D printed structure is not directly achieved by simply exposing the smart materials to the stimulus. The stimulus needs to be applied in a certain sequence under an appropriate amount of time, which is referred to as the interaction mechanism in this review paper. For example, one of the main interaction mechanisms is constrained-thermo-mechanics. In this mechanism, the stimulus is heat and the smart material has the shape memory effect. It contains a 4-step cycle. First, the structure is deformed

by an external load at a high temperature; second, the temperature is lowered while the external load is maintained; third, the structure is unloaded at the low temperature and the desired shape is achieved; fourth, the original shape can be recovered by reheating the structure.

• Mathematical Modeling:

Math is necessary for 4D printing in order to design the material distribution and structure needed to achieve the desired change in shape, property, or functionality. Theoretical and numerical models need to be developed to establish the connections between four core elements: material structure, desired final shape, material properties, and stimulus properties. These will be discussed in additional detail in the following sections.

A 4D printed structure can be regarded as a child born from the marriage between a 3D printer and smart materials. It can walk by being exposed to the external stimulus through an interaction mechanism, and it learns how to walk properly with the assistance of mathematics.

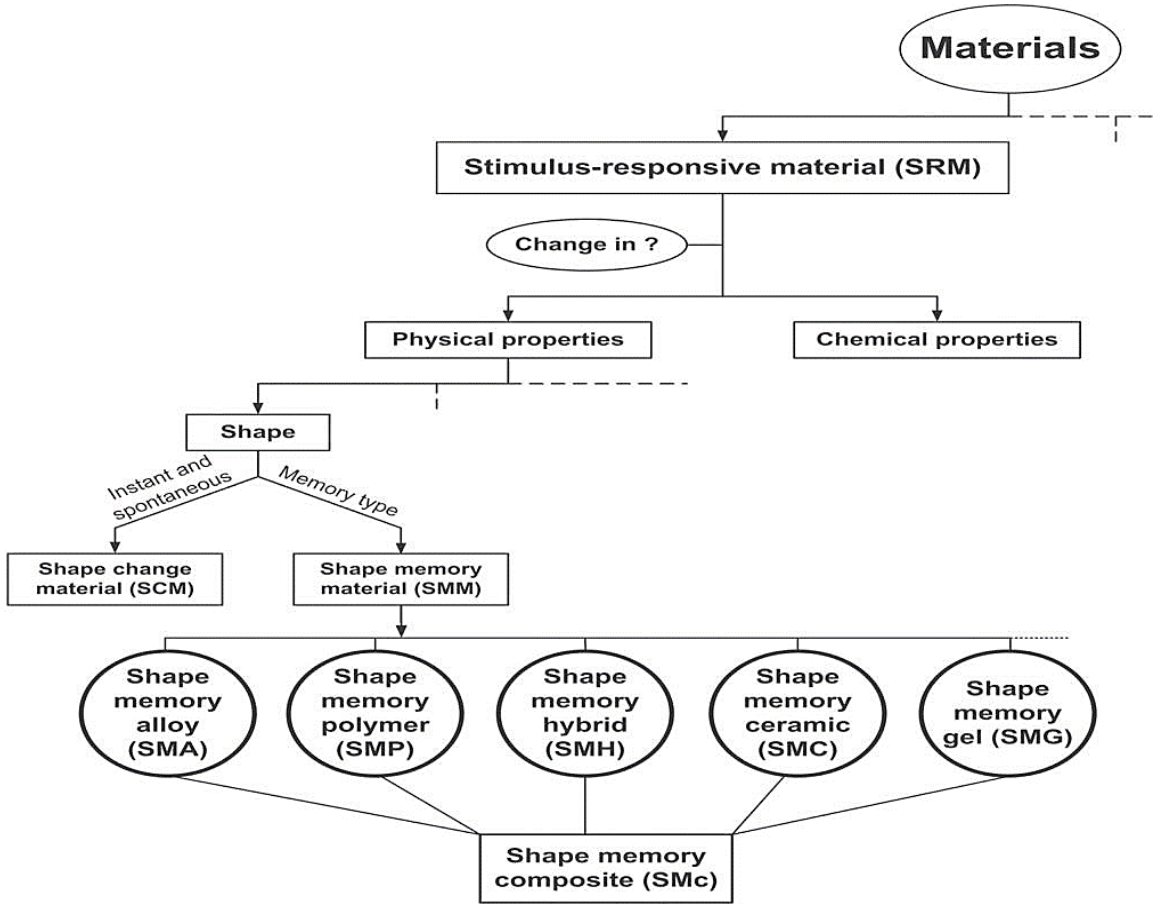


fig. 4. Stimulus-responsive materials

1.2. Motivations

4D printing opens new fields for application in which a structure can be activated for self- assembly, reconfiguration, and replication through environmental free energies (Tibbits [4]). This brings several advantages, such as significant volume reduction for storage, and transformations that can be achieved with flat-pack 4D printed structures. The latter may include transformations to 3D structures required during actual applications [4]. Another example is that instead of directly creating a complicated structure using the 3D printing process, simple components from smart materials can be 3D printed first and then self assembled to reach that final complex shape (Zhou et al. [11]). In general, the potential applications of 4D printed structures can be classified into the three categories: self-assembly, multi-functionality, and self repair.

Self-assembly

Self-assembly extends from the nanoscale to the planetary scale [25,26]. Currently, researchers are interested in macroscale applications (Campbell et al. [26]). One example is the transfer of equipment parts to the inside of a human body through a small hole. The parts can then self- assemble at the desired location for medical purposes (Zhou et al. [11]). Another future application of selfassembly will be on a large scale and in a harsh environment.

Individual parts can be printed with small 3D printers and then self-assembled into larger structures, such as space antennae and satellites (Tibbits et al. [5]). This capability paves the way for the creation of transportation systems to the International Space Station (Choi et al. [2]).

Further applications include self-assembling

buildings, especially in war zones or in outer space where the elements can come together to yield a finished building with minimum human involvement (Campbell et al. [26]). Moreover, some limitations in architectural research and experiments can be removed with the capabilities of 4D printing (Čolić-Damjanovic & Gadjanski [27]).

Multi-functionality or self-adaptability

Adaptive infrastructures are another application of 4D printing (Campbell et al. [26]). 4D printing can integrate sensing and actuation directly into a material so that external electromechanical systems are not necessary (Tibbits et al. [5]). This would decrease the number of parts in a structure, assembly time, material and energy costs, as well as the number of failure- prone devices, which is usually utilized in current electromechanical systems (Tibbits et al. [5]). Multi-functional and self-adaptive 4D printed tissues (Khademhosseini & Langer [28]; Jung et al. [29]) and 4D-printed personalized medical devices, such as tracheal stents (Zarek et al. [30]), are other fascinating applications of 4D printing.

Self-repair

The idea of self-assembly can be utilized for self-disassembly. The error-correct and self- repairing capability of 4D manufactured products show tremendous advantages with regard to reusability and recycling (Tibbits [4]). Self-healing pipes (Campbell et al. [26]) and self-healing hydrogels (Taylor et al. [31]) are some of the potential applications.

2. Shape-shifting behaviors

The shape-shifting behaviors considered in 4D printing include folding, bending, twisting, linear or nonlinear expansion/ contraction, surface curling, and the generation of surface topographical features. These features include wrinkles, creases, and buckles.

The shapes can be shifted from 1D to 1D, 1D to 2D, 2D to 2D, 1D to 3D, 2D to 3D, and 3D to 3D. It should be noted that a structure that shows 1D-to-1D shape-shifting over time is also considered to be a 4D printed structure. This is because this structure is initially 3D printed and then evolves over time. Before reviewing the shape-shifting types and dimensions in 4D printing, some relevant definitions are presented first.

2.1. Shape-changing vs. shape-memory materials

Zhou et al. [32] explained that shape-shifting materials could be divided into two sub-classes: shape-changing materials and shapememory materials. A shape-changing material changes its shape immediately after a stimulus is applied, and returns to its permanent shape immediately after the stimulus is removed.

This type of transformation is limited to simple affine alterations such as linear volume expansion and shrinkage (Zhou et al. [32]). On the other hand, the shape- memory effect (SME) involves a two-step cycle. Step 1 is the programming step in which a structure is deformed from its primary shape then held in a metastable temporary shape, and Step 2 is the recovery step in which the original shape can be recovered with an appropriate stimulus (Sun et al. [11], Zhou et al. [32], and Zhou et al. [33]).

Therefore, shape-memory materials can maintain a temporary shape until an appropriate stimulus is applied, and shape-changing materials cannot. The shape memory effect (SME) can be further classified into two subsets: (1) One-way shape memory materials, and (2) Two-way shape memory materials (Zhou et al. [32]).

one issue with classical one-way SME is irreversibility (Hager et al.[34]). After the original shape is recovered, a new programming step is needed to re-create the temporary shape

This issue can be avoided with two-way SME, which can alter shape in a reversible manner (Hager et al. [34]). This concept is illustrated in Fig. 5.

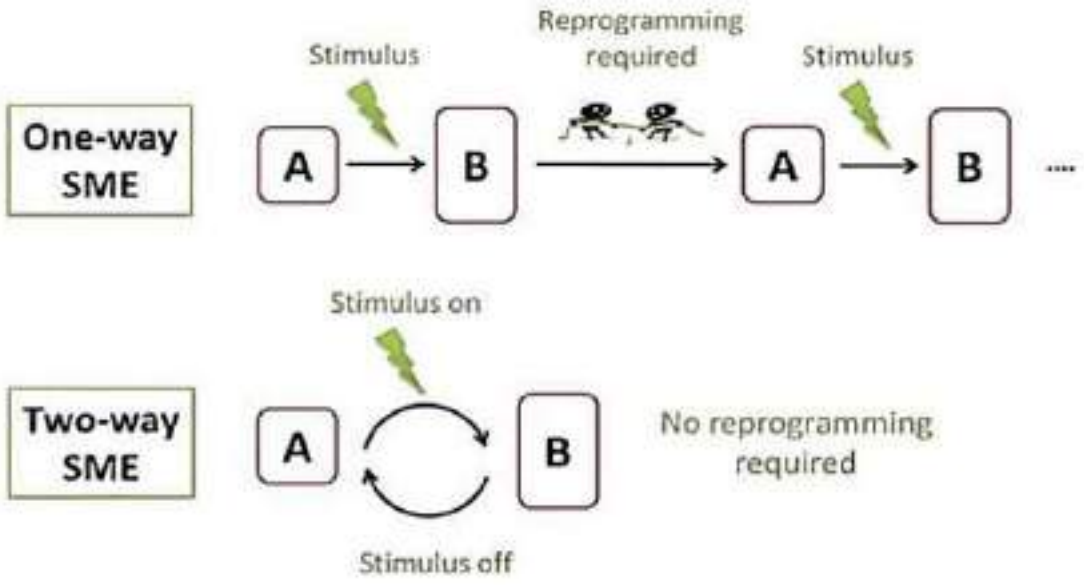


fig. 5. illustration of thedifferent one way and two way shape memory materials (Hager et al {34})

2.2. Dual, triple, and multi shape memory effects

Shape memory materials belong to the category of stimulus responsive materials shown in Fig. 5. Hager et al. [34] described that in shape memory materials, the permanent shape is "memorized" by the material and alterations between a permanent and a temporary shape occur. A dual-SME material includes one permanent shape and one temporary shape, while a triple-SME material has one permanent shape and two temporary shapes. Similarly, a multi (n)-SME material has one permanent shape and (n-1) temporary shapes [34].

2.3. Surface topography

Surface topography is the representation of local deviations of a surface from a flat plane. Typical features include wrinkling, creasing, and buckling, as shown in Fig. 8. These features usually occur under compressive loading conditions (Wang & Zhao [43]) and have been quantitatively studied by (Wang and Zhao [43]).
They allow for an approach based on the Maxwell stability criterion to predict the initiation and growth of various types of these features.

https://b2n.ir/MOLDFLOW

معرفی شبیه سازی تزریق پلیمر به کمک نرم افزار AutodeskMoldflow و پژوهش های مربوطه

پوریا شجاعی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم- گرایش طراحی و ساخت، دانشگاه تهران

pouria_shojaie@ut.ac.ir

AUTODESK® MOLDFLOW®

مقدمه

درگذشته، طراحی قالب‌های تزریق با روش حدس و خطا معضل اصلی قالب‌سازان به حساب می‌آمد. همچنین رفع عیوب قالب پس از ساخت و مشاهده معایب قطعه تولیدی نیز برای سازندگان قالب و تزریق‌کاران صنعت پلاستیک هزینه‌بر بود. امروزه صنعت قالب‌سازی با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای رایانه‌ای از چگونگی نتیجه نهایی قالب آگاه می‌شود. به این صورت می‌توان چگونگی جریان سیال درون قالب و سایر عوامل موثر بر قالبگیری تزریقی را شبیه سازی کرد. با استفاده از نرم‌افزارهای توسعه یافته می‌توان هزینه‌های نیروی انسانی، آزمون‌های مکرر، مصرف مواد اولیه، مدت زمان کارکرد دستگاه و زمان حصول نتیجه در پژوهش‌های صنعتی را به حداقل رساند. نرم افزار Mold Flow یکی از قدرتمندترین و کاربردی‌ترین نرم‌افزارهای مهندسی است که در طراحی روند تزریق پلیمرها به کار می‌رود و قابلیت طراحی قالب، پیش‌بینی معایب قطعات تزریقی و یافتن شرایط بهینه فرآیند را دارا می‌باشد.

Moldflow یکی از محصولات پر طرفدار شرکت Autodesk بوده که به طور تخصصی برای شبیه‌سازی فرآیندهای تزریق پلاستیک توسعه یافته است.

این نرم‌افزار امکانات بسیاری در زمینه طراحی سه بعدی و Dual Domain دارد و به مهندسین این امکان را می‌دهد تا بتوانند در زمانی کوتاه، طراحی‌هایی قوی داشته و هزینه‌های خود را تا حد چشم گیری کاهش دهند.

این نرم افزار به طور تخصصی برای شبیه‌سازی و آنالیز انواع فرآیندهای تزریق پلاستیک طراحی شده است.

با کمک این نرم‌افزار می‌توان مدل مورد نظر را طراحی کرده و سپس فرآیند مورد نظر را به طور کاملاً پیشرفته شبیه‌سازی نمود؛ می‌توان قطعه نهایی حاصل از چند روش مختلف را با هم مقایسه کرده و اطلاعات مهندسی و مکانیکی هر یک را پیش‌بینی نمود.

در نهایت این نرم‌افزار به مهندسان کمک می‌کند تا بتوانند دقیق‌ترین شبیه‌سازی‌ها را برای مدل‌های خود کرده و رفتار دقیق هر یک را شناسایی کنند تا در انتها بتوانند قطعه‌های با کیفیت‌تری با هزینه‌های تولید حداقل به مرز تولید برسانند.

Autodesk Moldflow Synergy یک نرم‌افزار جانبی و از خانواده Moldflow Insight بوده که در واقع یک رابط کاربری گرافیکی هوشمند برای نرم‌افزار Autodesk Moldflow Insight است.

این نرم‌افزار به مهندسین کمک می‌کند که بتوانند سرعت طراحی‌های خود را بالا ببرند؛ ابزار کاملاً گرافیکی برنامه و بدون نیاز به هیچ‌گونه کدنویسی باعث می‌شود تا مهندسین تازه‌کار بتوانند به‌آسانی طراحی‌های خود را انجام دهند، این مجموعه در واقع تعداد زیادی قابلیت‌های گرافیکی و رابط‌های کاملاً Interactive در اختیار کاربران قرار می‌دهد.

قابلیت‌های کلیدی نرم افزار Autodesk Moldflow Insight

- شبیه سازی پیشرفته انواع فرآیندهای تزریق پلاستیک
- انجام محاسبات انجمادی و مهندسی
- شبیه‌سازی رفتار مکانیکی قطعات نهایی
- تست روش‌های مختلف تزریق پلاستیک
- مقایسه و محاسبه‌ی هزینه تولید هر روش
- ارائه راه‌کارهای مهندسی جهت بهبود کیفیت قطعات

Moldflow Communicator

یکی از محصولات شرکت Autodesk بوده که به‌طور تخصصی برای به اشتراک‌گذاری نتایج فرآیندهای شبیه‌سازی مهندسی توسعه یافته است.

این نرم‌افزار به مهندسان این امکان را می‌دهد تا با راه‌اندازی یک شبکه داخلی و مدیریت آن بتوانند با مهندسان تولید، مدیران ارشد و حتی مشتریان خود در ارتباط باشند و به طور پیوسته بتوانند خروجی‌های نرم افزارهای Moldflow را به اشتراک گذاشته، رمز گذاری کرده و محاسبات اقتصادی انجام دهند.

قابلیت‌های کلیدی نرم‌افزار Autodesk Moldflow Communicator

- راه‌اندازی یک شبکه رمزگذاری شده محلی
- ارتباط با مدیران، مهندسان و مشتریان
- به اشتراک‌گذاری انواع نتایج فرآیندهای شبیه‌سازی
- امکانات قدرتمند در جهت مقایسه نتایج
- خروجی گرفتن از نرم افزار در چندین فرمت مختلف
- سازگاری کامل با Autodesk Moldflow

گام‌های اجرای نرم‌افزار

برای شروع یک شبیه سازی در نرم‌افزار Moldflow ، ابتدا می‌بایست طرح قالب مورد نظر را که قبلاً به‌وسیله یک نرم افزار CAD، طراحی شده است وارد محیط نرم افزار کرد. پسوندی که این نرم‌افزار از طراحی پشتیبانی می‌کند،STL است.

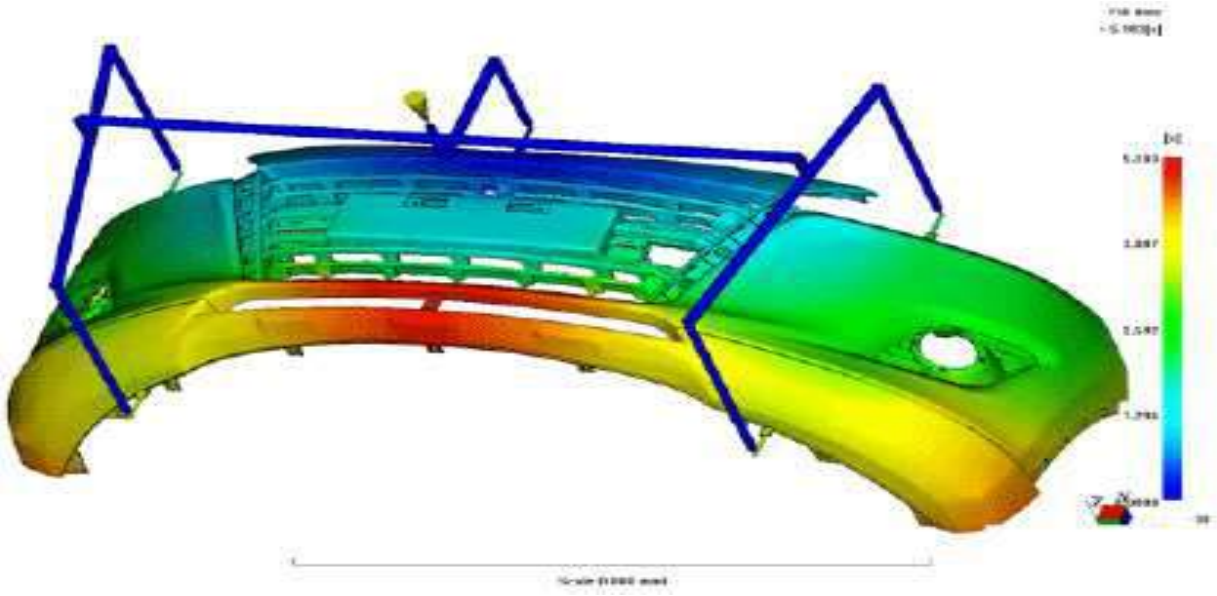
بعد از ورود قالب به نرم‌افزار، می‌بایست نوع مش‌بندی مشخص شود. ۳ نوع مش به صورت پیش‌فرض در نرم‌افزار قرار گرفته است.

نوع اول مش‌بندی سطح رویی، نوع دوم مش‌بندی لایه میانی و نوع سوم مش‌بندی سه بعدی می‌باشد. پس از انتخاب ابعاد و دقت مش، دستور اجرا انجام می‌شود. ممکن است به‌منظور افزایش دقت مش‌بندی نیازمند اعمال تغییرات در مش‌بندی در بعضی نقاط باشد.

در مرحله بعدی نوع فرآیند انتخاب می‌شود. با توجه به نیاز مسأله، هریک از فرآیندها امکانات متفاوتی در اختیار می‌گذارند.

مراحل بعدی کار انتخاب جنس ماده یا مواد مورد استفاده در فرآیند تزریق است. این نرم‌افزار دارای کتابخانه وسیعی از انواع مواد مورد استفاده در صنعت است. همچنین در صورت نیاز می‌توان ماده دلخواه را ایجاد کرد. در ادامه محل قرارگیری ورودی‌های تزریق تعیین می‌شود.

بعد از تعیین سایر شرایط مثل دمای قالب و مجاری خنک کاری، می‌توان تحلیل را اجرا کرد و نتایج مختلف را بررسی نمود.



بررسی چند پژوهش به کمک نرم‌افزار Moldflow

فرآیند تزریق پلاستیک به‌طور گسترده‌ای برای تولید قطعات پلاستیکی استفاده می‌شود و امکان پیش‌بینی و کاهش اعوجاج در این فرآیند قبل از تولید مهم است. در پژوهشی از نرم‌افزار Moldflow برای بهینه‌سازی فرآیند تزریق و باهدف کاستن میزان اعوجاج در یک قطعه حساس و دقیق استفاده شده است. پارامترهای دمای قالب، دمای مذاب، زمان تزریق، فشار و زمان نگهداری به‌عنوان پارامترهای فرآیند متغیر و پارامترهای موقعیت و شکل دریچه تزریق به‌عنوان پارامترهای طراحی در نظر گرفته‌شده‌اند. نتایج نشان‌دهنده لزوم بهینه‌سازی پارامترهای فرآیند برای کاستن میزان اعوجاج و همچنین تأثیر قابل‌توجه شکل دریچه تزریق و بخصوص موقعیت آن بر اعوجاج است. علاوه بر این، نتایج شبیه‌سازی نشان‌دهنده این است که این نرم‌افزار باوجود توانمندی در پیش‌بینی دقیق اعوجاج، رفتار ویسکوالاستیک ماده پلاستیکی را در فرآیند در نظر نمی‌گیرد. (پیمان شاهی و همکاران، ۱۳۸۸)

در پژوهشی از نرم‌افزار Moldflow برای بهینه‌سازی فرایند تزریق پلاستیک و باهدف کاستن میزان اعوجاج در یک قطعه‌ی تزریقی استفاده شد و پارامترهای دمای قالب و دمای مذاب و زمان تزریق و فشار و زمان نگهداری به‌عنوان پارامترهای عملیاتی و پارامترهای موقعیت و شکل دریچه تزریق و راهگاه‌ها و رانرها به‌عنوان پارامترهای طراحی قالب در نظر گرفته و تأثیر آن‌ها در کاهش اعوجاج بررسی شده است. (مهران رضا پور، ۱۳۹۷).

در پژوهشی دیگر برای بهبود روش انتقال رزین به داخل قالب به کمک خلأ VARTM به بررسی پارامترهای مؤثر در سرعت حرکت رزین پرداخته شده است. برای این منظور ابتدا فرآیند با حل تحلیلی توسط معادله دارسی و ترکیب آن با معادله پیوستگی و با اعمال شرایط مرزی در ناحیه اشباع و غیراشباع شبیه‌سازی شده است و سپس پارامترهای مؤثر در سرعت حرکت رزین ازجمله تأثیر نسبت ضخامت لایه توزیع به ضخامت لایه پریفرم، تأثیر تراکم الیاف به‌صورت تئوری و آزمایشگاهی مورد بررسی قرارگرفته است و همچنین کیفیت تولید و خواص مکانیکی نیز موردبررسی قرارگرفته و به این نتایج رسیده است که با انتخاب بهینه نسبت بین ضخامت لایه توزیع و پریفرم، افزایش تراکم الیاف می‌توان حداکثر سرعت را در فرآیند به دست آورد تا در کمترین زمان بتوان قطعات بزرگ را باکیفیت مطلوب‌تر از روش‌های دیگر تولید نمود همچنین قطعات ساخته‌شده به این روش دارای درصد حجمی بالاتری نسبت به روش دستی بوده و همچنین دارای حباب کمتری نیز می‌باشند که این کاهش حباب باعث افزایش خواص مکانیکی شده است) رجبی جلال، سجاد و محمد گلزار،۱۳۸۹).

امروزه مواد کامپوزیتی به‌علت خصوصیات بارز و قابل‌توجهی که از خود نشان می‌دهند بسیار موردتوجه تولیدکنندگان در صنعت قرارگرفته‌اند. آزمایش چندین‌باره فرایند تولید برای تولید قطعه‌ای بی‌عیب و نقص به‌علت دخیل بودن عوامل متعدد در روند تولید نیز هزینه‌بر خواهد بود. استفاده از روش‌های CAD در روند قالب‌ریزی این مواد بسیار موردتوجه قالب‌کاران قرار گرفته؛ به‌طوری‌که نرم‌افزارهای شبیه‌سازی برای دقیق‌تر کردن پیش‌بینی‌های خود در حال پیشی گرفتن از یکدیگرند. در این تحقیق، از نرم‌افزار مهندسی تجاری MoldFlow Plastic Insight (MPI) برای شبیه‌سازی قالب‌ریزی کاور موتور اتومبیل تویوتا طی روند Resin Transfer Molding(RTM)

استفاده شد. از روند انتقال رزین (RTM) در تولید کامپوزیت‌های استحکام یافته به‌ویژه گرماسخت‌های تقویت‌شده استفاده می‌شود. روند قالب‌ریزی قطعه‌ی موردبررسی تحت تأثیر پارامترهای فرآیندی، موادی و هندسی تولید مورد بررسی قرار گرفت. نقش هر تغییر در روند تولید بر روی محصول نهایی بررسی شد به‌نحوی‌که از تولید قطعه‌ای با استحکام پایین و فیزیک نامشخص جلوگیری به‌عمل آید. نقش هر یک از پارامترهای روند تولید بر روی اثرگذارترین فاکتورهای فرایند تولید انتقال رزین یعنی جهت‌گیری الیاف درون قالب و نحوه‌ی اثرپذیری آن‌ها، خطوط جوش به‌وجود آمده حین تزریق قالب و اعوجاج نهایی قطعه بررسی و نتایج اعلام شد. تأثیر پارامترهای فرآیندی تولید بر نحوه‌ی جهت‌گیری الیاف برای یافتن بهترین حالت، پارامترهای موادی بر کاهش انقباض و اعوجاج نهایی قطعه و پارامترهای هندسی برای کم‌تر کردن حجم و ناحیه‌ی قرارگیری خطوط جوش درون قالب موردبررسی آن پژوهش بود (هادی صداقت‌پیشه ۱۳۸۹).

در پژوهشی دیگر سعی شده است بدون استفاده از روش سعی و خطا و با توجه به کارایی بالای نرم‌افزار MoldFlow در فرآیند تزریق، سیکل تولید سپر پراید کاهش یابد و درنهایت هزینه‌های ذخیره‌شده در تولید این قطعه گزارش شود بدین ترتیب که پس از طراحی قطعه و ورود آن به نرم‌افزار، قطعه مش‌بندی شد. سیستم خنک‌کاری و راهگاهی مطابق شرایط موجود طراحی گردید و پس از انجام انواع آنالیزها در شرایط فرآیندی مختلف، زمان تولید سپر از ۸۹ ثانیه به ۷۲ ثانیه کاهش یافت (زینالی، الهام و محمدرضا حدادی، ۱۳۸۷).

منابع و مآخذ

رجبی جلال سجاد، گلزار محمد. بررسی تأثیر پارامترهای مؤثر در سرعت حرکت رزین در روش انتقال رزین به داخل قالب به کمک خلأ (VARTM). فرآیندهای نوین ساخت و تولید. ۱۳۸۹

رضاپور، مهران. بررسی اثر پارامترهای عملیاتی و طراحی قالب بر میزان اعوجاج قطعات تزریقی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی سهند، دانشکده مهندسی پلیمر. ۱۳۹۷

زینالی، الهام و محمدرخا تدادی، کاهش سیکل تولید سپر پراید با نرم‌افزار Mold Flow، اولین کنفرانس پتروشیمی ایران، تهران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی. ۱۳۸۷

شاهی پیمان، بهروش امیرحسین، آرزو بهروز، محمودی مهدی، بررسی تأثیر پارامترهای تزریق، موقعیت و شکل دریچه تزریق بر دقت ابعادی قطعه پلاستیکی تزریقی، مجله علمی پژوهشی مهندسی مکانیک مجلسی سال دوم شماره چهارم تابستان. ۱۳۸۸

صداقت‌پیشه، هادی، بررسی اثرات پارامترهای فرایند پروسه تولید روی چگونگی جریان مذاب درون قالب در تولید کاور موتور اتومبیل تویوتا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهرکرد. ۱۳۸۹

https://www.autodesk.com/products/moldflow/overview

معرفی اساتید گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران

رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم گرایش طراحی ماشین‌های کشاورزی

دکتر علی جعفری

مرتبه علمی: استاد

زمینه فعالیت: طراحی ماشین

دکتر رضا علیمردانی

مرتبه علمی: استاد

زمینه فعالیت:مکاترونیک و انرژی

دکتر علی حاجی‌احمد

مرتبه علمی: استادیار

زمینه فعالیت: ترامکانیک

دکتر حسین موسی‌زاده

مرتبه علمی: دانشیار

زمینه فعالیت: مکاترونیک

رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم گرایش انرژی‌های تجدید پذیر

دکتر حسین مبلی

مرتبه علمی: استاد

زمینه فعالیت:

انرژی

دکتر مرتضی آغباشلو

مرتبه علمی: دانشیار

زمینه فعالیت:

انرژی و پایداری

دکتر شاهین رفیعی

مرتبه علمی: استاد

زمینه فعالیت:

انرژی و شبیه‌سازی

رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم گرایش فناوری‌های پس از برداشت

دکتر محمود امید

مرتبه علمی: استاد

زمینه فعالیت:

هوش مصنوعی

دکتر علی رجبی‌پور

مرتبه علمی: استاد

زمینه فعالیت:

بیومکانیک

دکتر سید سعید محتسبی

مرتبه علمی: استاد

زمینه فعالیت:

کنترل و ماشین بویایی

دکتر محمود سلطانی فیروز

مرتبه علمی: استادیار

زمینه فعالیت:

طراحی ماشین‌های صنایع غذایی

دکتر سلیمان حسین‌پور

مرتبه علمی: دانشیار

زمینه فعالیت:

نانوبیوالکترونیک وماشین بینایی

رشته مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی

دکتر اسدالله اکرم

مرتبه علمی: دانشیار

زمینه فعالیت: مکانیزاسیون

دکتر محمد شریفی

مرتبه علمی: دانشیار

زمینه فعالیت: بیوانرژی

دکتر مجید خانعلی

مرتبه علمی: دانشیار

زمینه فعالیت: مکانیزاسیون

دکتر حسن قاسمی مبتکر

مرتبه علمی: استادیار

زمینه فعالیت: مکانیزاسیون و انرژی

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

با توجه به اهمیت هم‌افزایی و همچنین معرفی پژوهش‌های انجام شده در این رشته و دستاوردهای آن به علاقه‌مندان و ترویج آن؛ از همه اساتید، پژوهشگران و دانشجویان در رشته‌های مهندسی مکانیک بیوسیستم، مهندسی مکانیزاسیون، مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی و رشته‌های مرتبط دعوت می‌شود جهت ارسال مطالب خود به نشریه علمی ترویجی صنعت سبز نوین از طریق راه‌های ذکر شده اقدام فرمایند.

همچنین از شماره‌های گذشته، بخشی با نام «دستاورد» برای معرفی طرح‌ها و پژوهش‌های انجام شده با هدف معرفی توانایی‌های دانشجویان در این رشته به صورت ثابت به نشریه اضافه شده است که علاقه‌مندان می‌توانند طرح‌ها و دستاوردهای خود را در این بخش با نام خود معرفی نمایند.

نحوه ارسال مطالب:

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

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

راه‌های ارتباطی نشریه:

sanat.sabz.pub@gmail.com

http://sanatsabzsj.ut.ac.ir

SanatSabz_UT

099037025739

اولترافیلتراسیون

https://b2n.ir/ultrafiltration

کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی۱

https://b2n.ir/iotagricultur

کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی۲

https://b2n.ir/iotagricultur2

پرینترهای ۴ بعدی، تکنولوژی جدید در طراحی‌های آینده

https://b2n.ir/4dprinting2

تکنولوژی "4D printing" چیست؟؟

https://b2n.ir/4dprinting

دوازدهمین دوره جشنواره حرکت

https://b2n.ir/harekat12

گلخانه‌های هوشمند۲

https://b2n.ir/intligentgreenhouse2

گلخانه‌های هوشمند۱

https://b2n.ir/intligentgreenhouse

Autodesk Moldflow

https://b2n.ir/MOLDFLOW

راه‌های ارتباطی انجمن:

machinery.utcan@ut.ac.ir

saame_ut

ذخیره‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر۲

https://b2n.ir/savingenergy2

ذخیره‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر۱

https://b2n.ir/savingenergy

SORENA
AGRICULTURE
MACHINES COMPANY

سورنا

• تولید و تعمیر انواع دستگاه های کشاورزی و بسته بندی •

گروه تولیدی دستگاه های سورتینگ
سیب زمینی و بسته بندی میوه و مرکبات

آشتیانی ۰۹۱۸۲۹۰۹۰۰۷
طیبی ۰۹۱۲۰۳۵۵۶۰۵

همدان، سردرود
روستای خورونده