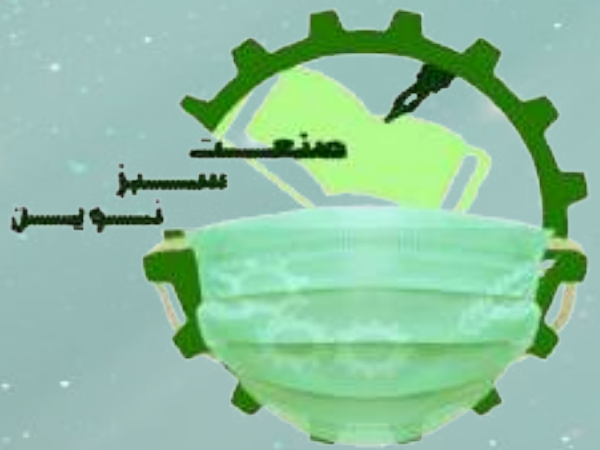


نشریه علمی ترویجی صنعت سبز نوین

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 اشیا در کشاورزی هوشمند

* معرفی شبیه‌سازی تزریق پلیمر به کمک نرم افزار

مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین



انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
دانشگاه تهران



مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین



انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
دانشگاه تهران



مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین



انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
دانشگاه تهران



مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین



انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
دانشگاه تهران



مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین

مهندسی سیستم‌های نوین

تفصیلات نویسن

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



انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
دانشگاه تهران



SAAME_UT

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)، 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 کارشناسی ارشد 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 دوانگر 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



پروژه کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
معاونت دانشجویی و فرهنگی
اداره امور فرهنگی و فوق برنامه



سازمان همکاری‌های علمی و فناوری
اداره کل فرهنگی و اجتماعی



• ذخیره‌سازی انرژی‌های
تجدیدپذیر در کشاورزی

۲۰



• سخن آغازین

۷



• با دو نفر شروع کردیم؛

به یک تیم قوی رسیدیم!

مصاحبه با کارآفرین جوان رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم

۱۴



• روی خط خبر

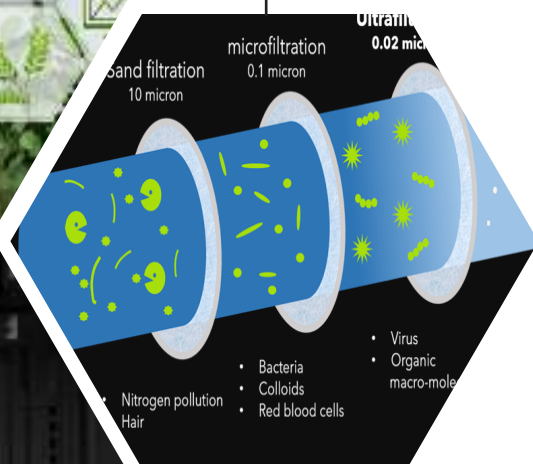
۸

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

۲۸

• کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند

۵۰



**AUTODESK®
MOLDFLOW™
2020**

• معرفی شبیه سازی تزریق پلیمر به 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:

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

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



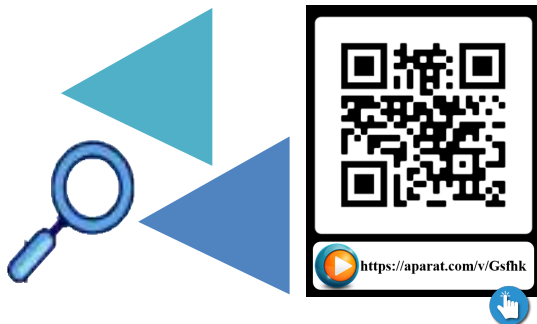
سخن آغازین

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، پیشرفت 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 پیشرفتگی علمی 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 علمی موجود تکیه می‌کنم، به خاطر این است. **بدون انواع دانش، اقتدار کشور امکانپذیر نیست. دانش 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 فرهنگی 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 علمی کشور** یکی از لوازمش همین است: **استقلال 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 صنایع غذایی، دانشگاه تهران

alireza.saba@ut.ac.ir

افتخار آفرینی صنعت سبز نوین در جشنواره بین‌المللی حرکت



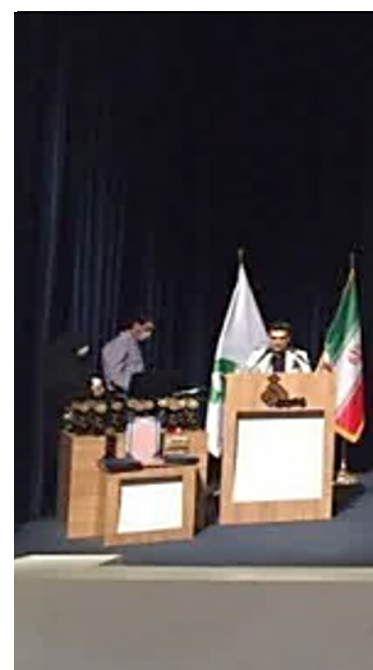
انجمن‌های علمی دانشجویی دانشگاه تهران با کسب ۱۸ مقام در این جشنواره نسبت به دانشگاه‌های دیگر در جایگاه اول قرار گرفتند.

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.

نشریه علمی ترویجی صنعت سبز نوین برترین نشریه فنی و مهندسی کشور در جشنواره بین‌المللی 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) به صورت برخط برگزار شد و دانشگاه تهران به عنوان دانشگاه برگزیده انتخاب شد.







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



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.

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



انتخابات الکترونیک انجمن های علمی دانشجویی

زمان انتخابات: سه شنبه ۲۹ مهرماه، ساعت ۹ تا ۲۲

سامانه جامع فرهنگی و اجتماعی دانشگاه تهران: <https://cultural.ut.ac.ir>



در نخستین جلسه اعضای 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 انجمن های پردیس



دانشجویی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتخاب شد. از سوابق قوشچیان می توان 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.

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

در جلسه ای مجازی با حضور مسئولان فرهنگی و دبیران انجمن های علمی دانشجویی پردیس که ۹ آذر ۱۳۹۹ برگزار شد؛ محمد قوشچیان، دبیر انجمن علمی دانشجویی مهندسی ماشین های کشاورزی به عنوان دبیر دبیران انجمن های علمی



جلسه معارفه نودانشجویان مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون

دانشگاه تهران 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.

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 اعضای هیأت علمی گروه برگزار شد.

افتخارآفرینی دانش‌آموخته گروه ماشین‌های کشاورزی در جشنواره

پژوهش و فناوری دانشگاه تهران



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.

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







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

مصاحبه با مهندس هادی آشتیانی،
کارآفرین جوان تولید کننده ماشین های بسته بندی

پوریا شجاعی 

دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه تهران 

 pouria_shojaie@ut.ac.ir

علیرضا صبا 

دانشجوی کارشناسی مهندسی ماشین های صنایع غذایی، 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 ساینده 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: 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

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 CO2، جوش آرگون و انواع اهره 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 بازاریابی 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: 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.

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.

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



◀ پای صحبت‌ها
و دغدغه‌های یک
جوان کارآفرین موفق
نشستیم و راه‌ها و
گام‌هایی که این
جوان با طی کردن
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.

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.

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



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.





دخیره سازی انرژی های تجدید پذیر

در کشاورزی



مصطفی جعفریان



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



m.jafarian@ut.ac.ir





بخش کشاورزی به منظور پاسخگویی به نیاز روزافزون غذا برای جمعیت رو به رشد کره زمین و فراهم کردن 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 بی‌رویه 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 به صورت 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^۱، ذخیره‌ی مولکولی ارگانیک^۲ و ذخیره در پمپ حرارتی شیمیایی^۳.

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 به صورت تغییر در انرژی درونی مواد به شکل محسوس، نهان، ترموشیمیایی و یا ترکیبی از آن‌ها صورت می‌گیرد. در حالت ذخیره گرمای محسوس، انرژی به وسیله 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

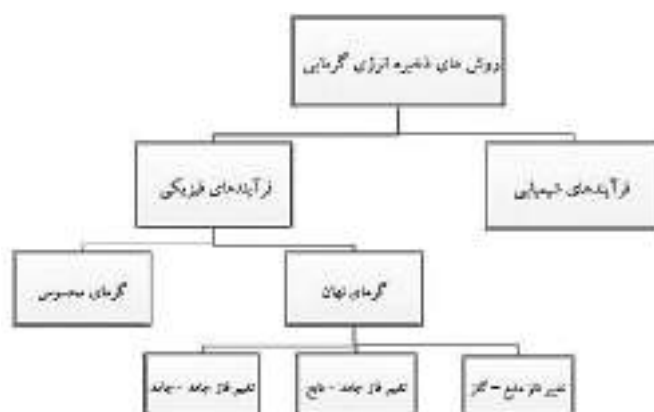


این سامانه‌ها با آن مواجه هستند، عدم کارایی جمع‌کننده‌ها در شب و یا هوای ابری است؛ به این دلیل که میزان تابش خورشید، در طول شبانه‌روز هیچ‌گاه ثابت نبوده و در شب به صفر می‌رسد این در حالی است که نیاز به انرژی در تمام ساعات شبانه روز همواره وجود دارد.

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 سالانه حدود ۷۰٪ انرژی مورد نیاز برای گرمایش آب در ساختمان‌ها را تأمین کرد و در مناطق سردسیر، هزینه سالانه انرژی خانوار را تا ۵۰٪ می‌توان کاهش داد (فرامرزی و عزیز، ۱۳۹۲).

در حالت کلی، نحوه کارکرد آبگرم‌کن خورشیدی بدین صورت است که در روزهای آفتابی، انرژی خورشید برای گرم کردن 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



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^۱ هستند. با این وجود، بزرگ‌ترین مشکلی که امروزه کاربران



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 گرم کردن 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.

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 خشک کردن محصولات کشاورزی، گرم کردن دامداری‌ها و مرغداری‌ها و تأمین آب گرم تأسیسات کشاورزی و فن‌آوری‌های پس از برداشت نیز استفاده کرد.



گلخانه‌های خورشیدی

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 به گونه‌ای 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، عبارت‌اند از: ۱. جهت پوشش شفاف، به گونه‌ای 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؛

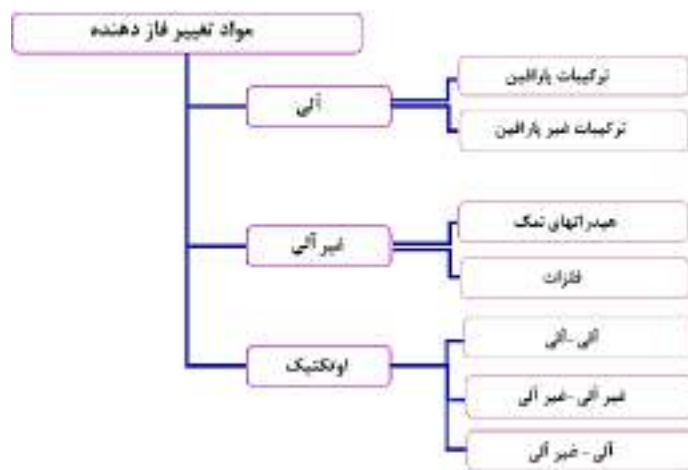
۳. در قسمت‌هایی که در آن نور خورشید کم است و یا نور مستقیم خورشید وجود ندارد عایق‌کاری بیشتر صورت می‌گیرد؛

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 یا 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 (خنک کننده) مناسب برای این منظور در گلخانه‌ها

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)^۱ 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.





نظر داخل در طول روز و شب، محل گلخانه و شرایط محیطی خارج در عملکرد کلی سامانه‌ی گرمایش گلخانه تأثیر دارد.

کاربرد در زمینه مواد غذایی

حفظ دمای غذا در فاصله بین تولید و مصرف، از مشکلات عمده تولیدکنندگان مواد غذایی است که کاربرد مواد تغییر فاز دهنده در این زمینه مشکلات عمده حفظ دمای غذا را تا لحظه تحویل حل می‌نماید.

ذخیره‌سازی سرما

سامانه‌های ذخیره‌سازی یخ به دو نوع کلی استاتیک و دینامیک تقسیم می‌شوند. در سامانه‌های استاتیک، تولید و ذخیره یخ در یک جا انجام می‌شود و در سامانه‌های دینامیکی، یخ پس از تولید به مخزن ذخیره‌سازی منتقل می‌شود. روش استاتیکی به فضا و هزینه اولیه کمتری در مقایسه با روش دینامیکی

وجود دارد که تأثیر قابل توجهی در زمان کشت، کیفیت و کمیت محصولات دارد. پژوهش‌های مستمر در این زمینه به پیشرفت سریع و تجاری‌سازی این سامانه‌ها با نتایج رضایت‌بخش منجر شده است. سامانه‌ی گرمایش گلخانه‌ای در طول روز برای افزایش ذخیره‌سازی انرژی حرارتی، حرارت مازاد را از داخل گلخانه به منطقه ذخیره‌سازی گرما انتقال می‌دهد. این حرارت در شب نیازهای گرمایشی گلخانه را فراهم می‌کند. مهم‌ترین سامانه‌های ذخیره‌ساز گرمایشی گلخانه‌ای عبارت‌اند از: ذخیره‌سازی در آب، ذخیره‌سازی در سنگ‌فرش و ذخیره‌سازی در مواد تغییر فاز دهنده. علاوه بر این، از عایق‌های قابل حمل (پرده حرارتی) و ذخیره‌ساز دیوار شمالی نیز برای بالا بردن درجه حرارت هوا در گلخانه‌ها استفاده می‌شود.

عوامل دیگری مانند اندازه گلخانه، نوع مواد پوشش‌دهنده، روش ذخیره‌سازی گرما، مقدار مواد استفاده‌شده، نوع کشت، درجه حرارت هوای مورد



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

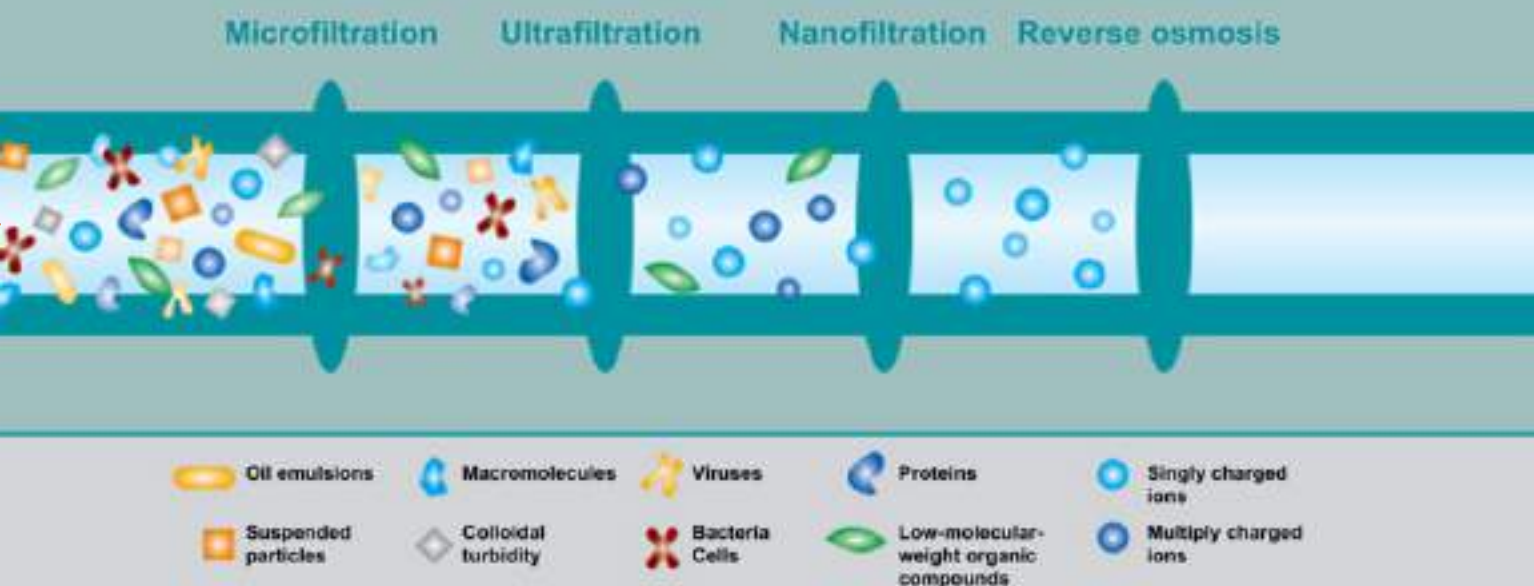
از واحدهای معمول سامانه قدرت است؛ بنابراین می‌توان از سامانه ذخیره‌ساز انرژی استفاده کرد و مشکل ماهیت غیرقابل پیش‌بینی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر را رفع نمود.

سامانه‌های ذخیره انرژی می‌توانند جهت مقاصد مدیریت انرژی، کیفیت توان و یا به عنوان واسطه انرژی به کار 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



- فرامرزی، 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*. Massachusetts: Elsevier Inc.



بررسی انواع روش های فیلتراسیون و کاربرد آن ها با استفاده از فناوری های غشایه نوین و پیشرفته در صنایع لبنی

شایان محمددینی^۱

علی جعفری^۲



۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی ماشین های صنایع غذایی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲- استاد گروه مهندسی ماشین های 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 به‌شمار می‌روند که فرآورده‌های مختلفی برای فرآوری و تبدیل آن به فرم مطلوب صورت می‌گیرد که یکی از این فرآورده‌های 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 فرآورده‌های غشایی نوین و پیشرفته مورد استفاده در فیلتراسیون محصولات لبنی و تأثیرات آن بر کیفیت و حفظ مواد مغذی 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.

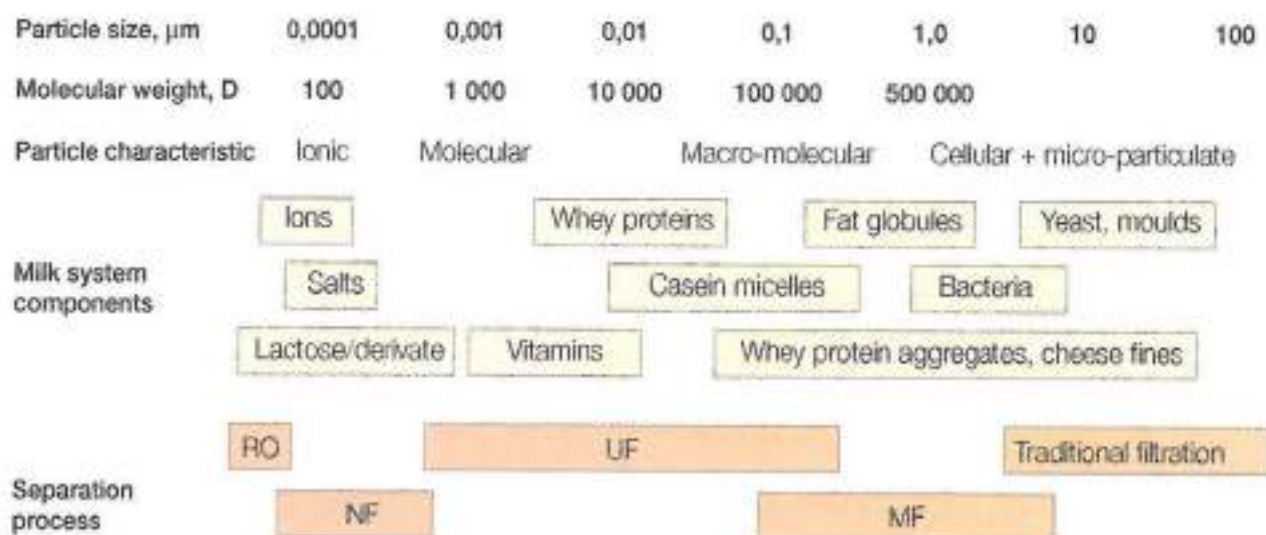


برای فرآیندهای سنتی مانند تقطیر، تبخیر یا استخراج استفاده کرد.

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^۳ (MF)، اولترافیلتراسیون^۴ (UF)، نانوفیلتراسیون^۵ (NF) و اسمز معکوس^۶ (RO) قابلیت جداسازی مواد با ابعاد مشخصی را دارند که در شکل (۱) نشان داده شده است.

کاربرد فناوری‌های غشایی در صنایع غذایی به‌خصوص در صنایع لبنی به‌طور روزافزون رو به رشد و توسعه است. به‌طور کلی 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»^۱ گفته می‌شود؛ درحالی‌که از نفوذ برخی دیگر جلوگیری می‌کند که به آنان «فاز برگشتی»^۲ گفته می‌شود. از این فرآیند می‌توان به عنوان جایگزین مناسبی



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

فیلتراسیون به معنای جداسازی برخی از اجزای یک ماده می‌باشد که امروزه با استفاده از فناوری‌های غشایی نوین و پیشرفته انجام می‌گیرد به گونه‌ای که این غشاءها غالباً دارای منافذ ریزی بوده و تحت یک عملیات فشاری این فرآیند جداسازی و تفکیک صورت می‌گیرد. انواع فناوری‌های غشایی مورد استفاده در صنایع لبنی و برخی از شرایط کاری و کاربردهای آن‌ها را در جدول (۱) مشاهده می‌کنید.

انواع روش‌های فیلتراسیون با استفاده از فناوری‌های غشایی براساس عبور مواد از میان غشاء طبقه‌بندی شده‌اند که در ادامه این مقاله به معرفی و بررسی هر یک از روش‌های مورد استفاده و معرفی کاربردهای هر یک و تشریح برخی از مهم‌ترین کاربردهای آن در فرآوری محصولات لبنی خواهیم پرداخت.

جدول ۱: 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 membrane 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 salt 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



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 به جای روش‌های معمول مانند فراپاستوریزاسیون^۱ باعث حفظ کیفیت شیر و کاهش تغییرات در خواص شیمیایی شیر مانند دناتوراسیون^۲ 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^۳ 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 ۱۳۶ درجه سانتی‌گراد و به مدت چهار تا شش ثانیه قرار می‌دهند، در ادامه آن را با شیر عبوری^۴ از غشاء میکروفیلتراسیون مخلوط کرده و تحت عملیات پاستوریزاسیون قرار داده و در انتها آن را به صورت اسپتیک^۵ بسته‌بندی می‌نمایند.

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

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 می‌تواند 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- پیش‌فرآوری شیر مورد استفاده در پنیرسازی

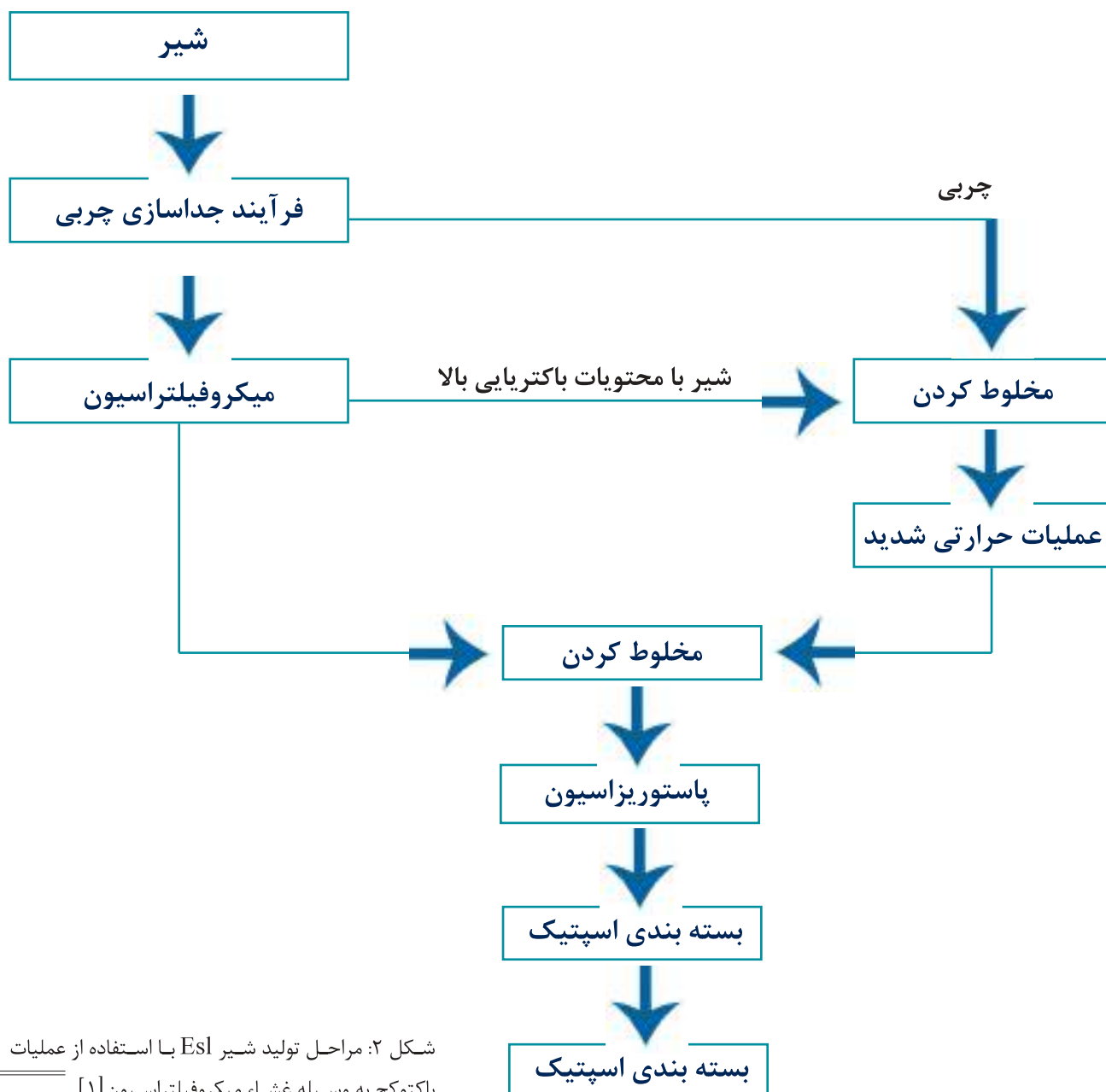
۵- حذف چربی از آب پنیر

۶- جداسازی پروتئین‌ها

تشریح برخی از مهم‌ترین کاربردهای میکروفیلتراسیون در صنایع لبنی :

1. Ultra pasteurization
2. Denaturation
3. Retentate
4. Permeate
5. Aseptic





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



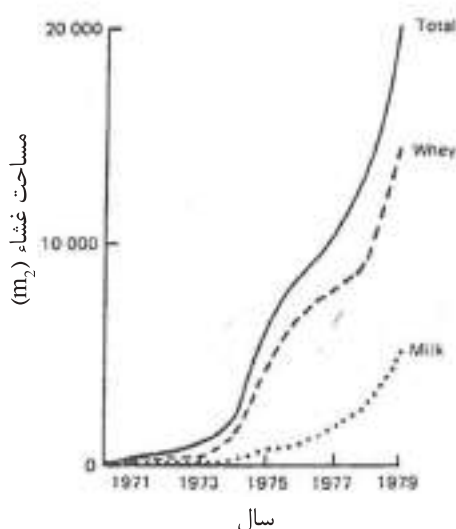
شکل ۳: نماهای مختلف از دستگاه باکتوکچ در ابعاد کوچک [۲۲]





شکل ۴: دستگاه اولترافیلتراسیون صنعتی [۲۱]

در صنایع لبنیات فرآورده‌های غشایی اولترافیلتراسیون اولین بار در سال ۱۹۷۱ به کار برده شد و سپس با توجه به کارایی خوب آن هر ساله میزان استفاده افزایش یافت. به طور مثال همانطور که در شکل (۵) مشاهده می‌کنید از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ مساحت استفاده از این غشاء به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا کرده است.



شکل ۵: مساحت غشای اولترافیلتراسیون در صنایع لبنیات-رشد در مدت ۱۰ سال ۱۹۷۰-۱۹۸۰؛ (داده‌ها از پنج کارخانه-بکور، دی.دی.اس، پی.سی.آی، رون-پولنک و رومیکون بدست آمده است).

از مزایای استفاده از غشاء میکروفیلتراسیون در تولید شیر با ماندگاری بالا (Esl) می‌توان به بهبود کیفیت میکروبی شیر، افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه عملیات و کیفیت بالاتر در مقایسه با روش‌های معمول حرارتی اشاره کرد.

۱-۲- تولید پروتئین آب پنیر خالص

تولید پروتئین آب پنیر خالص یکی از دلایل عمده استفاده از غشاء میکروفیلتراسیون در صنایع لبنی جهت تغلیظ میسل‌های کازئین در شیر پنیرسازی است. پروتئین آب پنیر به دست آمده، به نام پروتئین آب پنیر خالص یکی از اجزای با ارزش شیر بوده که به وسیله میکروفیلتراسیون با جریان متقاطع^۱ و فشار بین غشایی یکنواخت (UTP)^۲ می‌توان آن را به صورت مداوم جدا کرد. پروتئین آب پنیر خالص در تهیه مواد غذایی با کیفیت تغذیه‌ای بالا مورد استفاده می‌باشد.

۲- اولترافیلتراسیون یا فراپالایش (UF)

یک فرآیند جداسازی غشایی است که قطر منافذ غشاء آن بین ۰/۱ تا ۰/۱ میکرون و نیاز به فشار عملیاتی یک تا ده بار (Bar) دارد و اجازه عبور به باکتری و چربی و پروتئین را از منافذ غشاء خود نمی‌دهد بنابراین برای جداسازی این ذرات از ماده می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که در شکل (۴) نمونه‌ای از این دستگاه را مشاهده می‌کنید. اصول اولترافیلتراسیون به دو شکل فیلتراسیون با جریان مورب، جایی که مواد تغذیه به طور موازی با سطح غشاء جریان می‌یابد و فیلتراسیون با انتهای بسته، جایی که امتداد جریان عمود بر سطح غشاء می‌باشد، رایج است.

1. low microfiltration
2. Uniform transmembrane



۳- نانوفیلتراسیون (NF)

یک فرآیند جداسازی غشایی است که قطر منافذ غشاء آن بین ۰/۰۱ تا ۰/۱ میکرون و نیاز به فشار عملیاتی ۲۰-۴۰ 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 می‌تواند 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 مواد معدنی از آب پنیر

جداسازی مواد معدنی از آب پنیر سبب افزایش ارزش آن‌ها می‌گردد. آب پنیر غنی از نمک و اسید است، در نتیجه جداسازی مواد معدنی 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، مواد معدنی موجود در آب پنیر به میزان ۳۵ درصد کاهش یافته و آن را برای افراد دارای بیماری قلبی و عروقی مناسب می‌سازد.

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

۱- تولید پنیرهای نرم و نیمه سخت

۲- تغلیظ و استاندارد کردن پروتئین شیر و آب پنیر

۳- حذف چربی از آب پنیر

تشریح یکی از مهم‌ترین کاربردهای اولترافیلتراسیون در صنایع لبنی:

تولید پنیرهای نرم و نیمه سخت

اغلب استفاده مستقیم از اولترافیلتراسیون در صنعت لبنیات جهت تولید پنیرهای نرم و نیمه سخت می‌باشد؛ به طوری که 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.

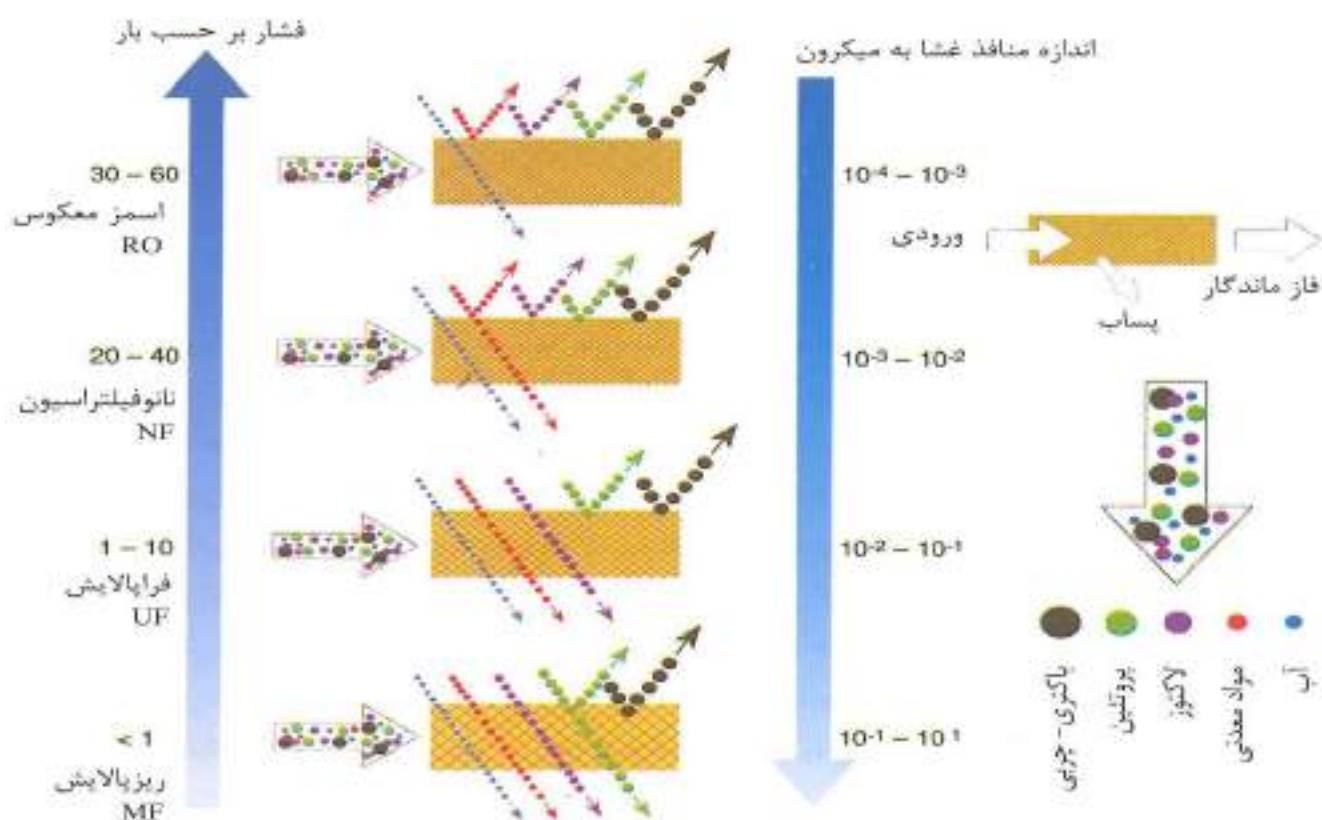
در این روش شیر به وسیله غشاء اولترافیلتراسیون تغلیظ شده و بنابراین آب کمتری موقع پنیرسازی از دست می‌دهد، در نتیجه پروتئین‌های بسیار کمتری وارد آب پنیر شده و باعث افزایش حفظ پروتئین به‌عنوان یک ماده مغذی در پنیر شده و بازده تولید افزایش پیدا می‌کند.

استفاده از این روش در تولید پنیر یک مشکل داشته که آن افزایش ظرفیت بافتری 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.



میکروفیلتراسیون و اولترافیلتراسیون مواد معدنی را از خود عبور می‌دهند و اسمز معکوس نیز اجازه عبور به هیچ‌یک از مواد معدنی را نمی‌دهد.

همانطور که در شکل (۶) مشاهده می‌کنید در نانوفیلتراسیون بخشی از مواد معدنی عبور و بخشی باقی می‌ماند که برای حذف مواد معدنی معینی از آب پنیر مناسب می‌باشد درحالی‌که دو غشاء



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

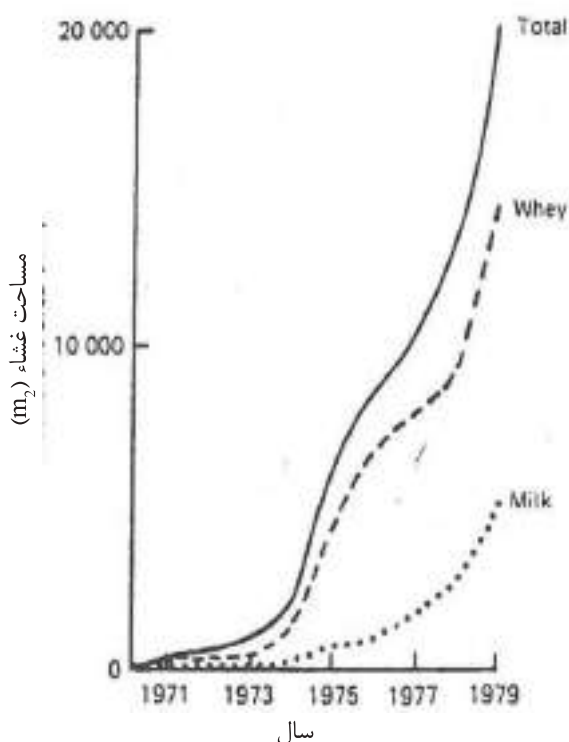
۳-۲- جداسازی اسیدلاکتیک از آب پنیر

هم قابل انجام می‌باشد اما باتوجه به نفوذ بیشتر آب و یون‌های تک‌ظرفیتی در غشاهای نانوفیلتراسیون نسبت به غشاهای اسمز معکوس، روش نانوفیلتراسیون قابلیت و کاربرد بیشتری داشته و محصول اسیدلاکتیک حاصله دارای کیفیت و تخلیص بالاتری می‌باشد.

اسیدلاکتیک به عنوان عامل اسیدی‌کننده و نگهدارنده در محصولات غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌عنوان مثال در فرآورده‌های گوشتی - پروتئینی به‌عنوان یک عامل نگهدارنده (ضدمیکروب) استفاده می‌شود. این فرآیند توسط اسمز معکوس



۴- اسمز معکوس (Ro)



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 به دست آمده است.)

یک فرآیند جداسازی غشایی است که قطر منافذ غشاء آن بین $0/0001$ تا $0/001$ میکرون و نیاز به فشار عملیاتی ۳۰-۶۰ 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 تغلیظ یافته به کار برده شود؛ آنگاه فرآیند معکوس خواهد شد و حلال از سوی مواد تغلیظ یافته 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 ۱۹۸۰ میلادی 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.

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 بازده تولید، جلوگیری از اتلاف مواد مغذی، 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 عبور دادن مواد براساس اندازه و وزن مولکولی از منافذ

منابع و مآخذ



- ۱- آغباشلو، مرتضی، ۱۳۹۷، ماشین‌های صنایع غذایی ۱، جزوه درسی دانشگاه تهران
- ۲- اسمیت، گریت، ۱۳۸۶، فرآوری شیر بهبود کیفیت فرآورده‌های لبنی، مترجم: رضوان پوراحمد و وجیهه فدائی، انتشارات مرزدانش
- ۳- بولوند، یوستا، ۱۳۹۲، صنعت شیر، مترجم: فرهاد فرهنودی، انتشارات شباهنگ
- ۴- پ. ف. فاکس - پ. ل. مک سوئینی، ۱۳۸۹، شیمی و بیوشیمی شیر و محصولات لبنی، مترجم: علی‌اصغر میرزا آقاتبار، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی
- ۵- پی - والسترا، ۱۳۸۸، تکنولوژی شیر و فرآورده‌های لبنی، مترجم: دکتر سیدعلی مرتضوی و همکاران، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد
- ۶- تیموری یانسری، اسدا...، ۱۳۸۵، تولید شیر و فرآوری آن، انتشارات آوای مسیح
- ۷- دزفولی زاده، فرح و لیلا وفاجو، ۱۳۸۴، مطالعه نانوفیلتراسیون برای تغلیظ و املاح‌زدایی در صنعت لبنیات: مدلی برای انتقال جرم، دهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان
- ۸- سردابی، فاطمه و عزیز همایونی‌راد، ۱۳۹۰، مروری بر کاربردهای میکروفیلتراسیون در صنعت لبنیات،

موجود در غشاءها است که به‌ترتیب میکروفیلتراسیون یا ریزپالایش، اولترافیلتراسیون یا فراپالایش، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس، بزرگ‌ترین وزن مولکولی را از خود عبور می‌دهند بنابراین دارای بزرگ‌ترین منافذ می‌باشند؛ بدین معنا که اسمز معکوس دارای کوچک‌ترین منافذ غشایی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

باتوجه به مطالب بیان شده در این مقاله، غشاءهای میکروفیلتراسیون یا ریزپالایش برای جداسازی ذرات درشت مانند باکتری و چربی و برخی از پروتئین‌ها مناسب بوده و دارای پایین‌ترین فشار عملیاتی موردنیاز می‌باشند. غشاءهای اولترافیلتراسیون یا فراپالایش علاوه بر جداسازی باکتری و چربی، قابلیت جداسازی ذرات ریزتری مانند تمام پروتئین‌های موجود در شیر و آب پنیر را دارند و باتوجه به محدوده جداسازی تقریباً یکسان این دو مورد برخی از کاربردهای آن‌ها یکسان بوده و بعضاً به صورت ترکیبی انجام می‌شود؛ مانند حذف چربی از آب پنیر که جزو کاربرد هر دو هست. غشاءهای نانوفیلتراسیون منافذ ریزتری نسبت به دو مورد قبلی داشته و علاوه بر ذراتی که دو غشاء قبلی می‌توانند جداسازی کنند قابلیت جداسازی لاکتوز و برخی از موادمعدنی را هم دارند و همچنین فشار عملیاتی بالاتری را نیاز دارند. اسمز معکوس نیز که ریزترین منافذ غشایی را برای عبور مواد دارد فقط اجازه عبور آب را از منافذ خود می‌دهد و بالاترین فشار عملیاتی را باتوجه به ریزترین منافذ دارد و عمده‌تاً جهت تغلیظ و آب‌گیری به‌کار می‌رود.

در نهایت از مطالب این مقاله نتیجه می‌شود که یکی از مهم‌ترین مزایای این فناوری‌های غشایی این است که این فرآیندها، فرآیندهایی غیرحرارتی بوده و اثرات نامطلوب قبلی همچون افزایش حرارت، دناتوراسیون پروتئین‌ها و تغییر در خواص حسی محصول را به حداقل می‌رساند و از سوی دیگر باعث حذف اجزای ناخواسته نیز می‌گردد.



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- گلور، 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., Bakanec, 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



گلخانه هوشمند

گلخانه‌های هوشمند

بهروز خوش‌قلب^۱

مصطفی جعفریان^۲



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

علم پرورش گل و گیاه در داخل گلخانه از تاریخچه طولانی برخوردار نیست. این روش تولید تقریباً از حدود نیم قرن گذشته در ایران آغاز شده است. در طول این مدت، تحول چندانی در زمینه کنترل عوامل محیطی گلخانه در ایران صورت نگرفته است؛ به همین دلیل بازده و عملکرد در واحد سطح گلخانه‌ها در کشور ما بسیار پایین‌تر از کشورهای توسعه‌یافته است؛ اما در سال‌های اخیر به علت افزایش هزینه‌ی حامل‌های انرژی، کشت گلخانه‌ای رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است. مزیت‌های فراوان شرایط کنترل شده گلخانه‌ای برای تولید، از یکسو و تأثیرات مثبت اقتصادی از سوی دیگر باعث شده است که بررسی روش‌های مدیریت بهینه گلخانه‌ها در اولویت‌های برنامه چهارم توسعه قرار گیرد. علی‌رغم تمامی مزیت‌های کشت گلخانه‌ای، مصرف بالای انرژی در گلخانه‌ها، به‌ویژه در فصل سرما از مواردی است که نیاز مبرم به بررسی‌های علمی دارد. سالانه میزان زیادی از محصولات گلخانه‌ای به دلیل استفاده از سامانه‌های سنتی از بین رفته و همچنین بسیاری از محصولات تولید شده از عملکرد قابل قبولی برخوردار نیستند. در سال‌های اخیر به دلیل افزایش هزینه‌های جاری از جمله انرژی و نیروی انسانی، تولیدکنندگان را بر آن داشته است که به روش‌های مکانیزه و گلخانه‌های هوشمند روی آورند. در گلخانه‌های هوشمند هزینه سوخت تا ۷۰ درصد کاهش می‌یابد، همچنین کاهش چشمگیر هزینه نیروی انسانی و خطاهای انسانی از دلایل جذابیت آن برای تولیدکنندگان است.

از جمله مهم‌ترین مزیت‌های گلخانه‌های هوشمند می‌توان به افزایش کمی و کیفی محصولات تولید شده، کاهش آفات و بیماری‌ها، افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی و همچنین استفاده بهینه از سایر صنایع مدرن در راستای تولید محصولات اشاره کرد.



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 آنجایی که 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 تولیدکننده 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 می‌تواند 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 فناوری‌های 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 گلخانه‌ای 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 قابل توجهی 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 گلخانه‌ای هوشمند باعث رونق کشاورزی و بهبود وضعیت آن می‌شود که این نوع کشت را برای کشاورزان و باغداران بسیار مقرون به صرفه می‌کند.

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



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.

حس گر 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.



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.

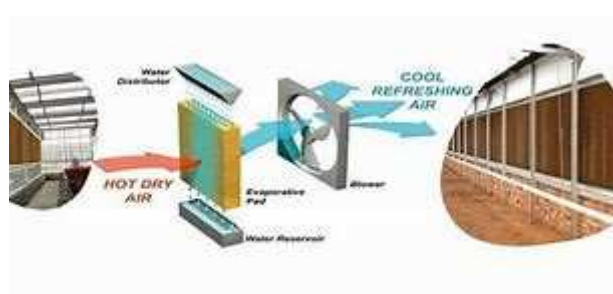
تجهیزاتی که در گلخانه‌های هوشمند وجود دارند

سامانه‌های کنترل هوشمند دما، میزان رطوبت، نور، آبیاری و سامانه خطر سنج 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 گل‌خانه، 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





سامانه‌های آبیاری گلخانه هوشمند:

یک سامانه آبیاری از اجزاء مختلفی تشکیل شده است که باید به صورت 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.



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 کند 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 عبارت‌اند از: 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...



نور گلخانه هوشمند:

با توجه به نقش تعیین کننده 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 می گیرد لازم به ذکر است که شدت نوری لازم برای گیاهان گلخانه ای بین ۱۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ لوکس است و استفاده از دستگاه نورسنج (لوکس متر) در گلخانه ها با توجه به شرایط اقلیمی منطقه (ابرناکی) الزامی است.



سامانه اعلام خطر در گلخانه هوشمند:

اکثر اوقات به دلیل حجم زیاد کار گلخانه ها، مزارع و باغات، مالکان گلخانه ها از خرابی برخی سامانه های خود بی اطلاع می مانند، اما با استفاده از سامانه پایش و کنترل هوشمند می توان کوچک ترین خرابی سامانه را به دستگاه انتقال داده و آژیر خطر را راه بیندازد و به صورت آنلاین روی تلفن همراه مالک نمایش دهد و مالک را از خرابی های سامانه های سالن باخبر سازد تا در اسرع وقت آن را تعمیر کند.



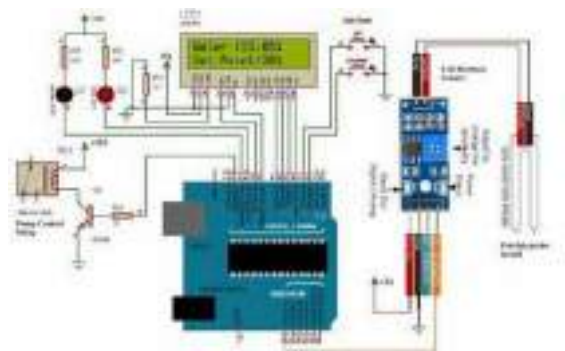
تابلو فرمان کنترل سامانه سایبان متحرک:

این تابلو فرمان، به کمک حس گرهای نور و دما، باز و بسته کردن توری سایبان را کنترل می کند.



تابلو فرمان کنترل پنجره‌ها (تمام اتوماتیک):

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



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 حس گرهای 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 وضعیت‌های اضطراری:

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



تابلو فرمان اتوماتیک:

کنترل اتوماتیک پنجره‌ها با قابلیت نصب حس گر باد، جهت باد، حس گر باران و برف، حس گر 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 پنل‌های 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.



نیز یارانه های آشکار و پنهان زیاد انرژی برای بخش کشاورزی، هدر رفتن انرژی در بخش کشاورزی بسیار زیاد است. اجرای گلخانه به صورت هوشمند ممکن است در ابتدا هزینه زیادی در برداشته باشد ولی با گذشت یک سال علاوه بر اینکه هزینه های خود را جبران می کند به سوددهی نیز می رسد.

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و افزایش قیمت حامل های انرژی، توجه به نحوه استفاده درست از انرژی های موجود از جمله مباحث مهم روز به شمار می رود. با توجه به اجرای نادرست گلخانه در ایران و

منابع و مآخذ



سعیدی، رضا. گلخانه های پروبونیکی، ۱۳۹۱
کیانی، علی و مطهری، احمد. سیستم های گرمایش و سرمایش گلخانه ها، ۱۳۹۲
فرجاد نسب، محمد. پیاده سازی 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 گلخانه ای ۲۶/مهر/۱۳۸۶

Brewester,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 Horti 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>



[
(قسمت اول)
]

کاربرد اینترنت اشياء در کشاورزی هوشمند

محمد صادق رهبانی



دانشجوی کارشناسی مهندسی طبیعت، دانشگاه تهران



sadeghrohbani@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 انجام داده 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 به همراه مدیریت داده از طریق تلفن همراه و یک برنامه تحت وب انجام شده است. این سیستم در چند مزرعه‌ی کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. 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.



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 مشارک‌های 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

در سال‌های 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)^۲ جدید برای نظارت و مدیریت زیست محیطی منطقه‌ای، مبتنی بر اینترنت

فناوری‌های پیشرفته می‌تواند برای اکثر مردم مزایایی به همراه داشته باشد. در سال‌های اخیر، اینترنت اشیاء^۱ 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)^۲ در مزرعه باعث بهبود اثربخشی و کارایی کشاورزان می‌شود. این سنسورها می‌تواند 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

1. The Internet of Things (IoTs)

2. Wireless Sensor Network



با استفاده از (WSN) برای جمع‌آوری داده‌های محیط و کنترل سیستم آبیاری از طریق تلفن همراه هوشمند تمرکز کردند.

گروهی از پژوهشگران، یک راه‌حل طولانی مدت اما در عین حال پایدار را برای اتوماسیون کشاورزی برای به‌دست آوردن داده‌ها از محصولات گیاهی با اندازه‌گیری‌های زیست محیطی ارائه داده‌اند. پژوهشگران یک فناوری اندازه‌گیری قابل حمل شامل سنسور رطوبت خاک، سنسور رطوبت هوا و سنسورهای دمای هوا را ایجاد کردند.

چن و همکاران، ۲۰۱۴؛ سیستم‌هایی را برای نظارت بر درجه حرارت و رطوبت خاک چند لایه در یک مزرعه کشاورزی با استفاده از (WSN) برای بهبود استفاده از آب و جمع‌آوری داده‌های اساسی برای تحقیق در مورد تغییرات نفوذ آب در خاک و آبیاری دقیق ارائه دادند.

این موارد، نمونه‌هایی از کاربرد اینترنت اشیاء در کشاورزی هوشمند است، که به تفصیل بیان شد.

کاربرد تجزیه و تحلیل داده‌های کشاورزی

استفاده از اینترنت اشیاء منجر به داده‌های بزرگی می‌شود، که اطلاعات ارزشمندی را در اختیار شما قرار می‌دهد. به همین دلیل، بسیاری از مطالعات تلاش کرده‌اند که چنین داده‌هایی را به اطلاعات و دانش مفید تبدیل کنند.

کامیلاریس و همکاران، ۲۰۱۷؛ یک سیستم نظارت و کنترل آنالین میکرو اقلیم برای گلخانه‌ها ایجاد کردند. این سیستم توسط (WSN) برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به حسگرهای گیاه جهت کنترل آب و هوا، کوددهی، آبیاری و آفات پشتیبانی شد.

اشیاء ارائه شد. (IIS) پیشنهادی ترکیبی از اینترنت اشیاء، ژئو انفورماتیک (GIS، GPS^۵ و RS^۶) و علم الکترونیکی برای نظارت و مدیریت زیست‌محیطی است.

نتایج نشان داد، مزایای این سیستم اطلاعاتی نه تنها در جمع‌آوری داده‌های پشتیبانی شده توسط اینترنت اشیاء، بلکه در خدمات وب و برنامه‌های مبتنی بر سیستم عامل رایانه‌ها نیز وجود دارد.

مدلا و همکاران، ۲۰۱۳؛ اینترنت اشیاء را در زنجیره تولید محصولات کشاورزی استفاده کردند. آن‌ها طرحی ابتکاری مبتنی بر مفهوم اینترنت اشیاء را با تلفیق دستگاه‌های حسگر توزیع شده بی‌سیم با شبیه‌سازی شرایط آب و هوایی، ارائه دادند.

لی و همکاران، ۲۰۱۳؛ یک سیستم اطلاعاتی را برای کشاورزی بر اساس اینترنت اشیاء ارائه دادند. در آن مطالعه، ردیابی و اندازه‌گیری کل فرایند تولید محصولات کشاورزی با سرورهای اینترنت اشیاء، انجام شد. علاوه بر این، یک سیستم کشف اطلاعات برای پیاده‌سازی، ضبط، استانداردسازی، مدیریت، مکان‌یابی حاصل از تولیدات کشاورزی طراحی شده است.

فوراتی و همکاران، ۲۰۱۴؛ یک سیستم پشتیبانی اقدامات مبتنی بر وب را ارائه می‌دهند که با (WSN) برای برنامه‌ریزی آبیاری در مزارع زیتون ارتباط برقرار می‌کند.

برای این منظور، پژوهشگران از سنسورهایی برای اندازه‌گیری رطوبت، تابش خورشید، دما و باران استفاده کردند.

لوان و همکاران، ۲۰۱۵؛ یک سیستم مصنوعی را طراحی کرده و توسعه داده‌اند که نظارت و پیش‌بینی خشکسالی و پیش‌بینی میزان آبیاری را در یک بستر مبتنی بر اینترنت اشیاء با برنامه‌ریزی ترکیبی و محاسبات موازی تلفیق می‌کند.

کانون و همکاران، ۲۰۱۴؛ بر روی سیستم‌های آبیاری



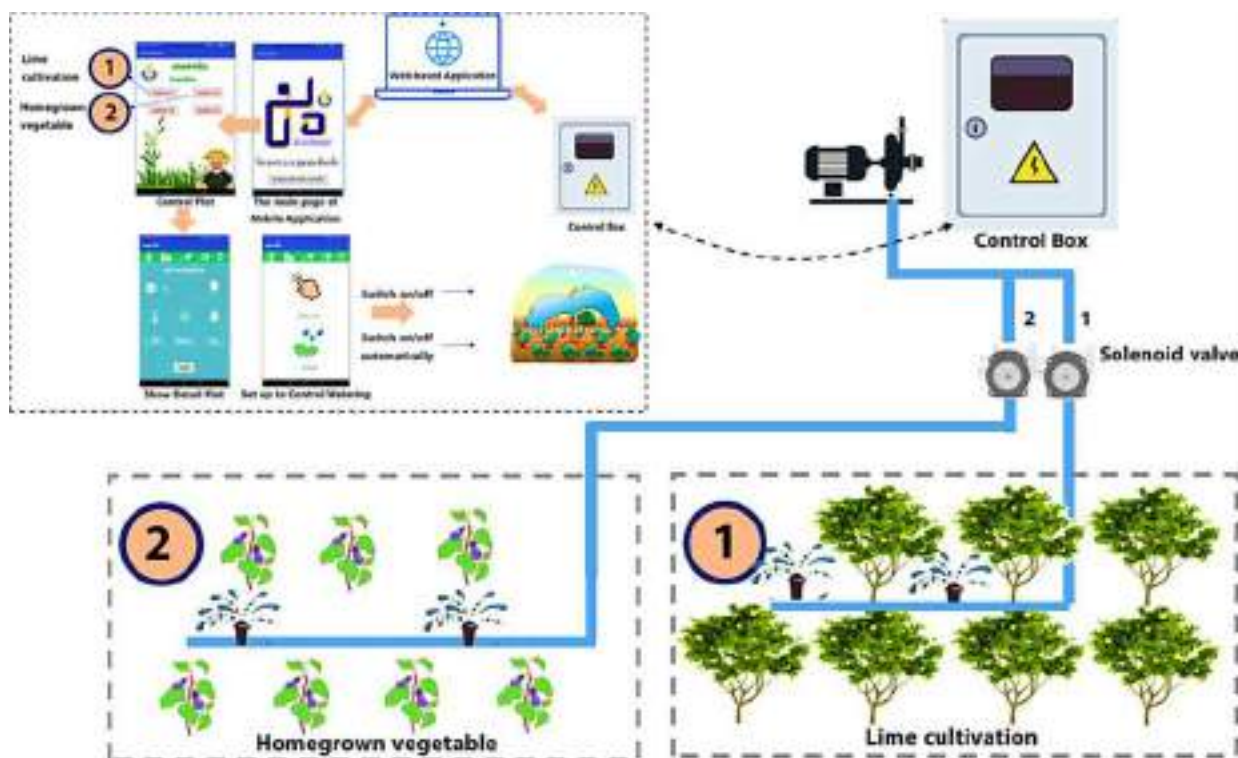
در تمام مزارع نمونه مشخص شد که اینترنت اشیا می‌تواند برای حمایت و کمک به کشاورزان در هر نوع کشاورزی استفاده شود. علاوه بر این، کشاورزان می‌توانند زمان صرفه‌جویی شده را برای فعالیت‌های دیگر در جهت افزایش درآمدشان صرف کنند.

اطلاعات زمانی دستگاه‌های اینترنت اشیا در هر مزرعه برای کنترل خاموش کردن آبیاری‌ها به صورت خودکار مورد استفاده قرار گرفت. در ابتدا، اطلاعات اینترنت اشیا را به مدت ۱۷۰ روز جمع‌آوری کردند، همچنین تجزیه و تحلیل عملکرد، با بهره‌گیری از این داده‌ها صورت گرفت. اطلاعات اینترنت اشیا 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 اشیا 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.

گروهی از پژوهشگران نیز یک سیستم پایش آنلاین جدید و سریع را برای اینترنت اشیا ارائه دادند که پس از جمع‌آوری اطلاعات کافی از سیستم اینترنت اشیا 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.

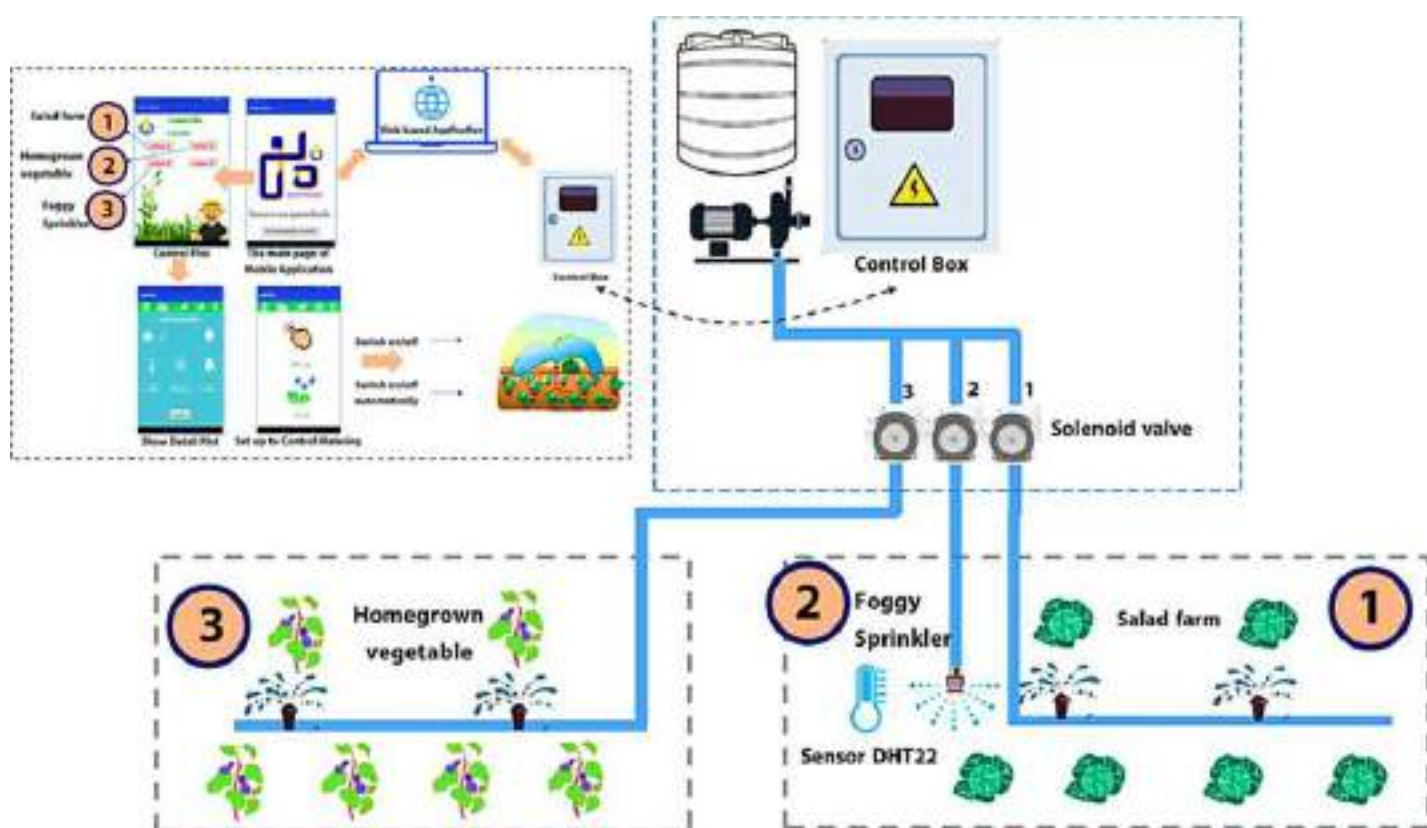
مناطق نمونه

به‌عنوان منطقه آزمون، سه مزرعه مورد بررسی قرار گرفتند. 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.

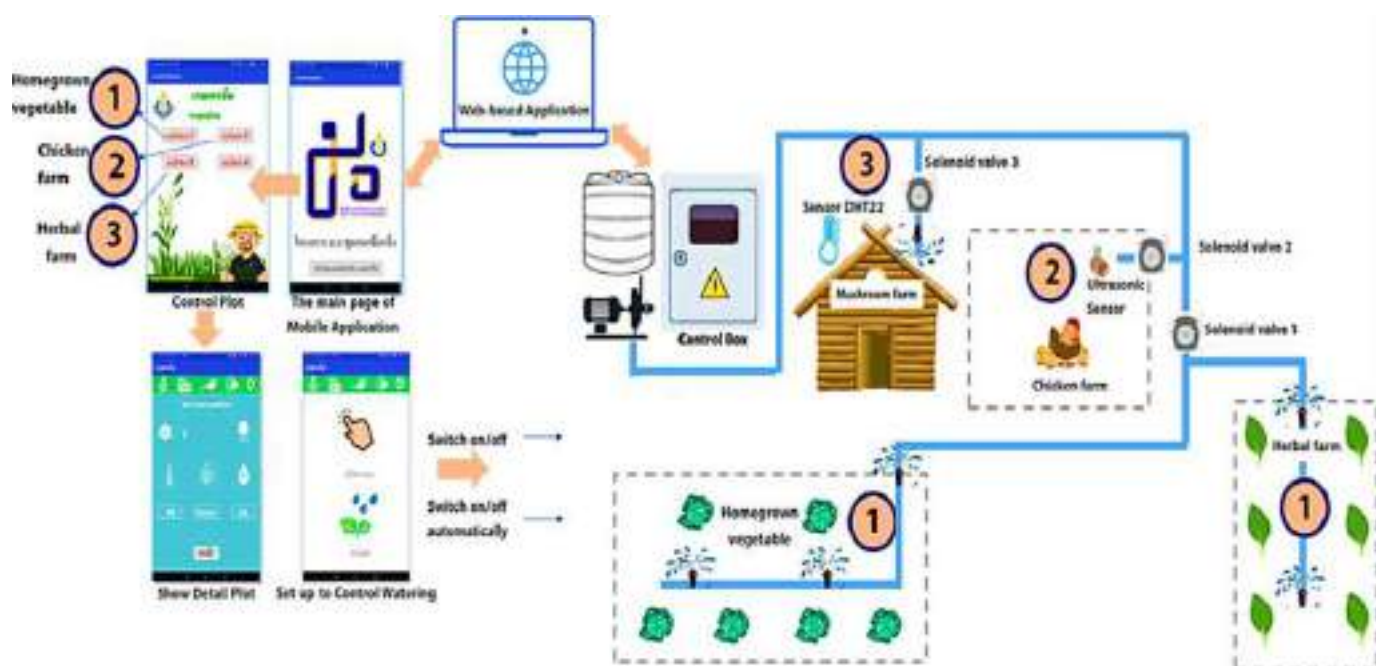


(شکل ۱، مدل آبیاری مزرعه اول)





(شکل ۲، مدل آبیاری مزرعه دوم)



(شکل ۳، مدل آبیاری مزرعه سوم)



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



Mohamad Hajalioghli

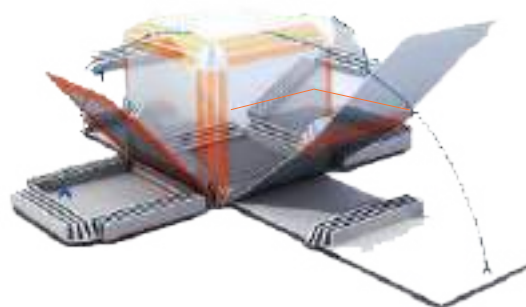


**MASTER OF SIENCE IN
MECHANICAL ENGINEERING,**
Department Of Mechanical and Aerospace
Engineering, Sapienza university of Rome



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 (Tibbitts [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 (Tibbitts [1]), (Tibbitts [4]), (Tibbitts 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 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 (Tibbitts et al. [5], Pei [7] and Gladman et al. [10]).

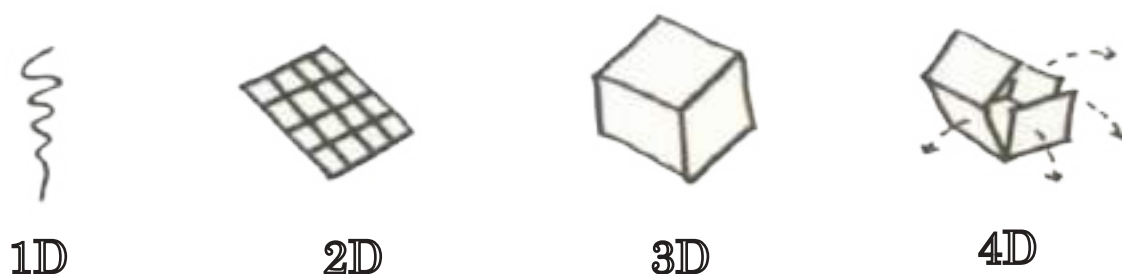


fig. 1. A simple illustration of the concept of 4D printing



This capability mainly relies on an appropriate combination of smart materials in the three-dimensional 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.

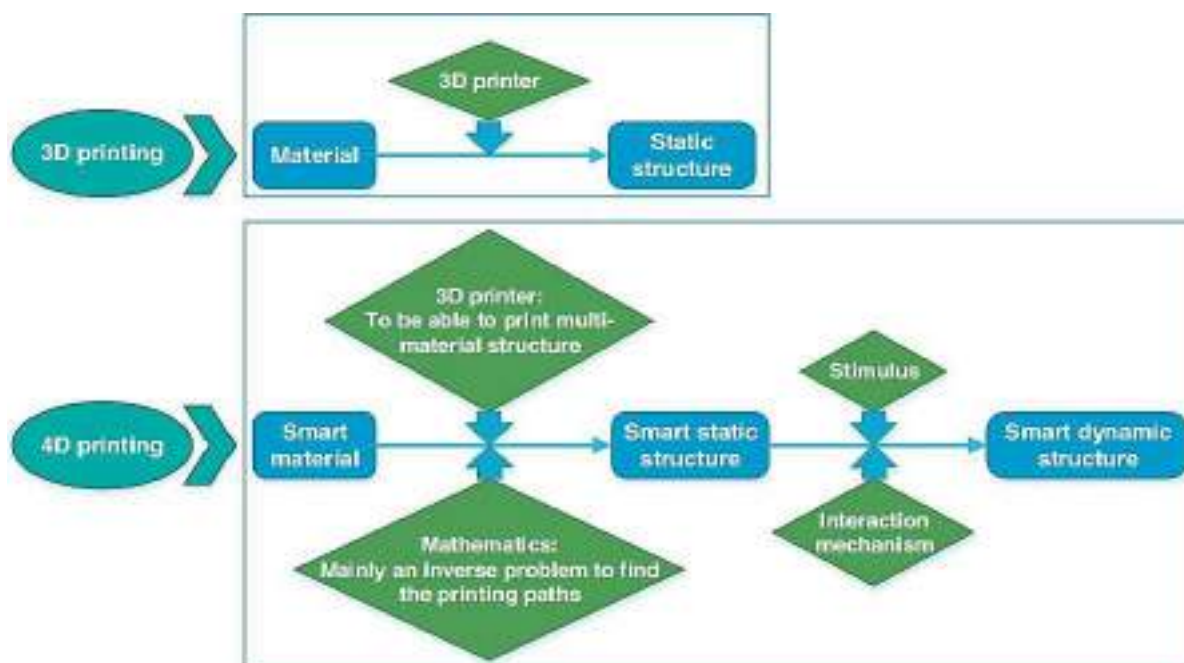


fig. 2. the differences between 3D printing and 4D printing

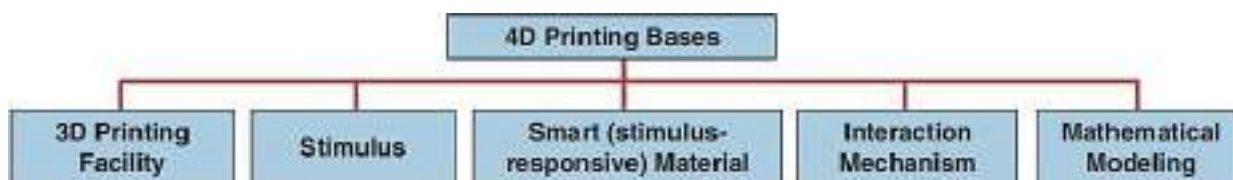


fig. 3. 4D printing bases



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.

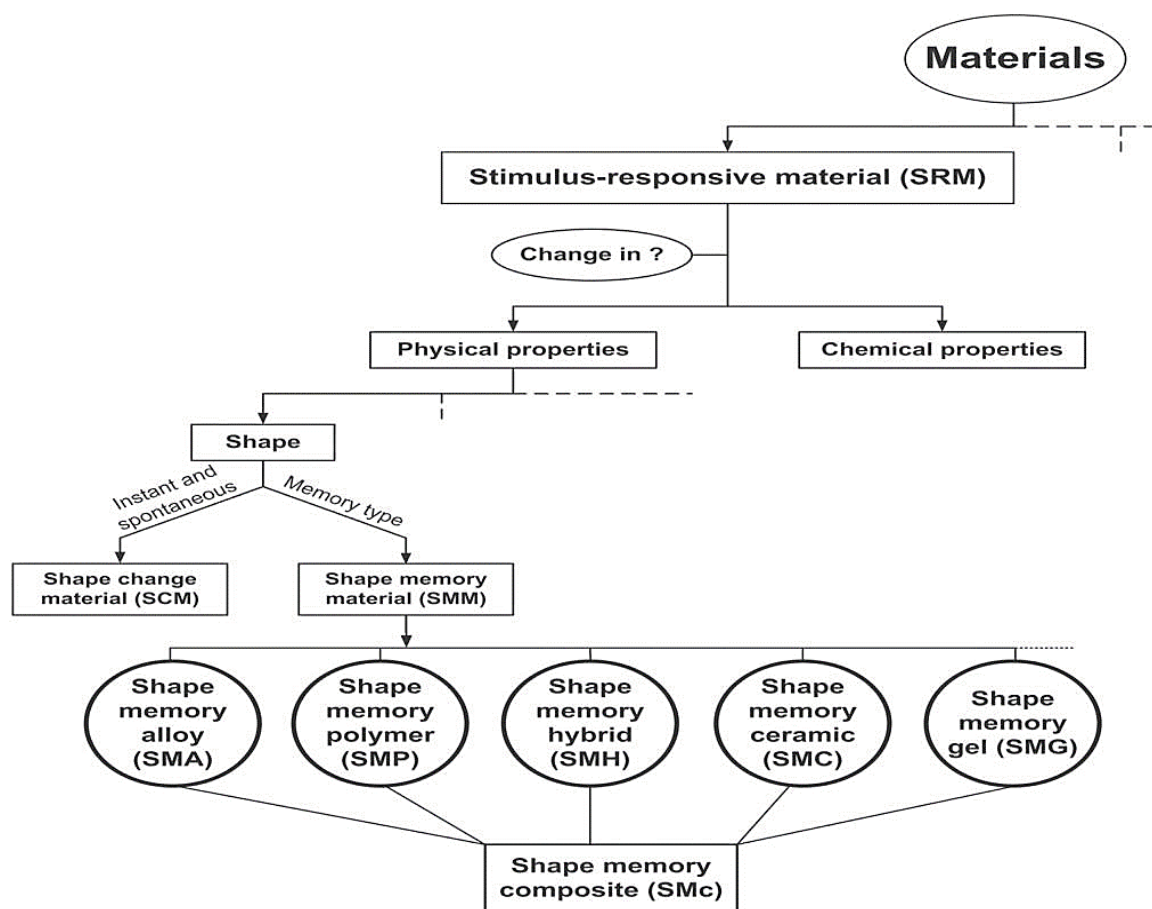


fig. 4. stimulus-responsive materials



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

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

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.



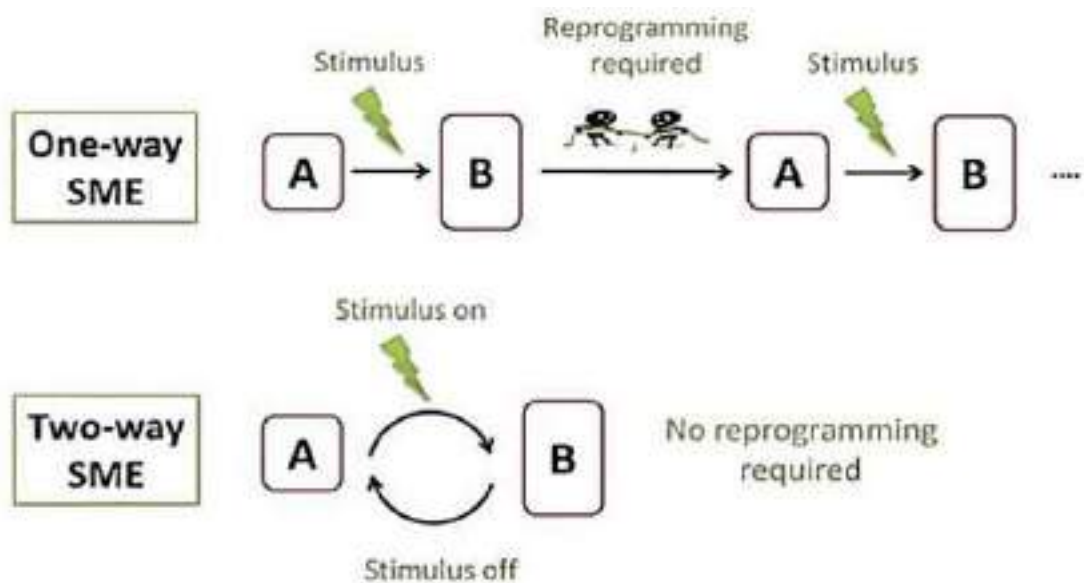


fig. 5. illustration of the different one way and two way shape memory materials (Hager et al [34])

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

ویژه‌های مربوطه

پوریا شجاعی 

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

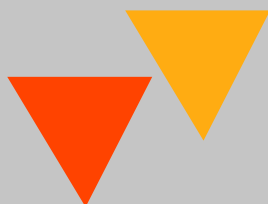


pouria_shojaie@ut.ac.ir





AUTODESK[®] MOLDFLOW[®]



مقدمه ◀

در گذشته، 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 شبیه‌سازی 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. نرم‌افزار 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.



قابلیت‌های کلیدی نرم افزار Autodesk Moldflow Insight

- شبیه سازی پیشرفته انواع فرآیندهای تزریق پلاستیک
- انجام محاسبات انجمادی و مهندسی
- شبیه سازی رفتار مکانیکی قطعات نهایی
- تست روش‌های مختلف تزریق پلاستیک
- مقایسه و محاسبه‌ی هزینه تولید هر روش
- ارائه راه کارهای 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 به‌طور پیوسته بتوانند خروجی‌های نرم افزارهای Moldflow را به اشتراک گذاشته، رمز گذاری کرده و محاسبات اقتصادی انجام دهند.

قابلیت‌های کلیدی نرم افزار 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

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

این نرم‌افزار امکانات بسیاری در زمینه طراحی سه بعدی و Dual Domain دارد و به مهندسين 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 به‌طور 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 به‌طور 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 مهندسين کمک می‌کند که بتوانند سرعت طراحی‌های خود را بالا ببرند؛ ابزار کاملاً گرافیکی برنامه و بدون نیاز به هیچ‌گونه کدنویسی باعث می‌شود تا مهندسين 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.

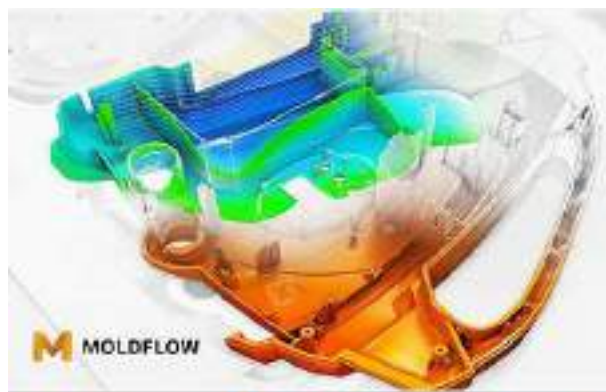


مش‌بندی مشخص شود. ۳ نوع مش به صورت پیش‌فرض در نرم‌افزار قرار گرفته است. نوع اول مش‌بندی سطح رویی، نوع دوم مش‌بندی لایه میانی و نوع سوم مش‌بندی سه بعدی می‌باشد. پس از انتخاب ابعاد و دقت مش، دستور اجرا انجام می‌شود. ممکن است به‌منظور افزایش دقت مش‌بندی نیازمند اعمال تغییرات در مش‌بندی در بعضی نقاط باشد.

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.

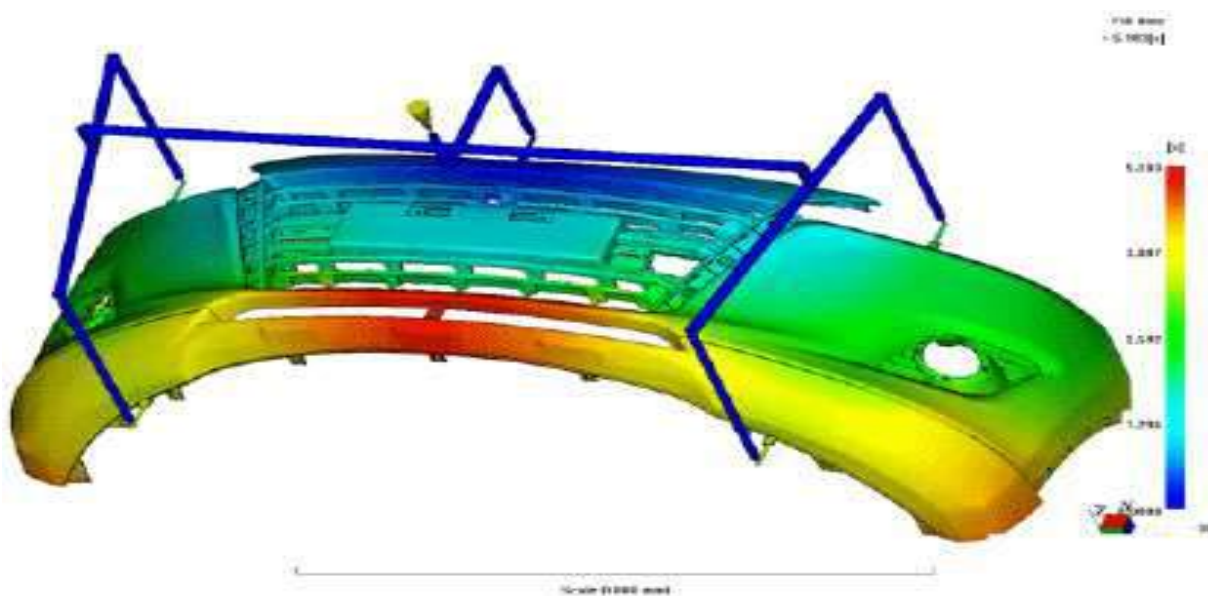


Autodesk Moldflow Products

گام‌های اجرای نرم‌افزار

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

بعد از ورود قالب به نرم‌افزار، می‌بایست نوع



فرآیند تزریق پلاستیک به طور گسترده ای برای تولید قطعات پلاستیکی استفاده می شود و امکان پیش بینی و کاهش اعوجاج در این فرآیند قبل از تولید مهم است. در پژوهشی از نرم افزار Moldflow برای بهینه سازی 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 به عنوان پارامترهای فرآیند متغیر و پارامترهای موقعیت و شکل دریچه تزریق به عنوان پارامترهای طراحی در نظر گرفته شده اند. نتایج نشان دهنده لزوم بهینه سازی پارامترهای فرآیند برای کاستن میزان اعوجاج و همچنین تأثیر قابل توجه شکل دریچه تزریق و بخصوص موقعیت آن بر اعوجاج است. علاوه بر این، نتایج شبیه سازی نشان دهنده این است که این نرم افزار با وجود توانمندی در پیش بینی دقیق اعوجاج، رفتار ویسکوالاستیک ماده پلاستیکی را در فرآیند در نظر نمی گیرد. (پیمان شاهی و همکاران، ۱۳۸۸)

در پژوهشی از نرم افزار Moldflow برای بهینه سازی فرآیند تزریق پلاستیک و باهدف کاستن میزان اعوجاج در یک قطعه ی تزریقی استفاده شد و پارامترهای دمای قالب و دمای مذاب و زمان تزریق و فشار و زمان نگهداری به عنوان پارامترهای عملیاتی و پارامترهای موقعیت و شکل دریچه تزریق و راهگاه ها و رانرها به عنوان پارامترهای طراحی قالب در نظر گرفته و تأثیر آن ها در کاهش اعوجاج بررسی شده است. (مهران رضا پور، ۱۳۹۷).

در پژوهشی دیگر برای بهبود روش انتقال رزین به داخل قالب به کمک خلاء 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 شبیه سازی شده است و سپس پارامترهای مؤثر در سرعت حرکت رزین از جمله تأثیر نسبت ضخامت لایه توزیع به ضخامت لایه پریفرم، تأثیر تراکم الیاف به صورت تئوری و آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است و همچنین کیفیت تولید و خواص مکانیکی نیز مورد بررسی قرار گرفته و به این نتایج رسیده است که با انتخاب بهینه نسبت بین ضخامت لایه توزیع و پریفرم، افزایش تراکم الیاف می توان حداکثر سرعت را در فرآیند به دست آورد تا در کمترین زمان بتوان قطعات بزرگ را با کیفیت مطلوب تر از روش های دیگر تولید نمود همچنین قطعات ساخته شده به این روش دارای درصد حجمی بالاتری نسبت به روش دستی بوده و همچنین دارای حباب کمتری نیز می باشند که این کاهش حباب باعث افزایش خواص مکانیکی شده است (رجبی جلال، سجاد و محمد گلزار، ۱۳۸۹).

امروزه مواد کامپوزیتی به علت خصوصیات بارز و قابل توجهی که از خود نشان می دهند بسیار مورد توجه تولیدکنندگان در صنعت قرار گرفته اند. آزمایش چندین باره فرایند تولید برای تولید قطعه ای بی عیب و نقص به علت دخیل بودن عوامل متعدد در روند تولید نیز هزینه بر خواهد بود. استفاده از روش های CAD در روند قالب ریزی این مواد بسیار مورد توجه قالب کاران قرار گرفته؛ به طوری که نرم افزارهای شبیه سازی برای دقیق تر کردن پیش بینی های خود در حال پیشی گرفتن از یکدیگرند. در این تحقیق، از نرم افزار مهندسی تجاری (MPI) MoldFlow Plastic Insight برای شبیه سازی قالب ریزی کاور موتور اتومبیل تویوتا طی روند (RTM) Resin Transfer Molding



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 محمدرضا 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>

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 به‌نحوی که 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).

معرفی اساتید گروه مهندسی ماشین های کشاورزی

دانشگاه تهران



دکتر رضا علیمردانی

مرتبه علمی: استاد
زمینه فعالیت: مکاترونیک
و انرژی



دکتر علی جعفری

مرتبه علمی: استاد
زمینه فعالیت: طراحی ماشین



دکتر حسین موسی زاده

مرتبه علمی: دانشیار
زمینه فعالیت: مکاترونیک



دکتر علی حاجی احمدی

مرتبه علمی: استادیار
زمینه فعالیت: ترامکانیک



دکتر شاهین رفیعی

مرتبه علمی: استاد
زمینه فعالیت:
انرژی و شبیه سازی



دکتر مرتضی آغباشلو

مرتبه علمی: دانشیار
زمینه فعالیت:
انرژی و پایداری



دکتر حسین مبلی

مرتبه علمی: استاد
زمینه فعالیت:
انرژی

رشته مهندسی

مکانیک بیوسیستم

گرایش طراحی

ماشین های کشاورزی

رشته مهندسی

مکانیک بیوسیستم

گرایش انرژی های

تجدید پذیر

رشته مهندسی
مکانیک بیوسیستم
گرایش فناوری‌های
پس از برداشت



دکتر سید سعید محتسبی

مرتبه علمی: استاد
زمینه فعالیت:
کنترل و ماشین بویایی



دکتر علی رجبی‌پور

مرتبه علمی: استاد
زمینه فعالیت:
بیومکانیک



دکتر محمود امید

مرتبه علمی: استاد
زمینه فعالیت:
هوش مصنوعی



دکتر سلیمان حسین‌پور

مرتبه علمی: دانشیار
زمینه فعالیت:
نانوبیوالکترونیک و ماشین
بینایی



دکتر محمود سلطانی فیروز

مرتبه علمی: استادیار
زمینه فعالیت:
طراحی ماشین‌های صنایع غذایی



دکتر محمد شریفی

مرتبه علمی: دانشیار
زمینه فعالیت: بیوانرژی



دکتر اسدالله اکرم

مرتبه علمی: دانشیار
زمینه فعالیت: مکانیزاسیون



دکتر حسن قاسمی مبتکر

مرتبه علمی: استادیار
زمینه فعالیت: مکانیزاسیون و
انرژی



دکتر مجید خانعلی

مرتبه علمی: دانشیار
زمینه فعالیت: مکانیزاسیون

رشته مهندسی
مکانیزاسیون کشاورزی

فراخوان دریافت مقالات و مطالب علمی نشریه علمی-ترویجی

صنعت سبز نوین

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

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

نحوه ارسال مطالب:

- مراجعه به سایت رسمی نشریه به نشانی 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](https://t.me/sanatsabznovin) یا شماره ۰۹۰۳۷۰۲۵۷۳۹ در ارتباط باشید.

راه‌های ارتباطی نشریه:

 sanat.sabz.pub@gmail.com

 <http://sanatsabzsj.ut.ac.ir>

  SanatSabz_UT

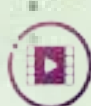
 099037025739





کاربرد اینترنت اشیا در
کشاورزی ۲

<https://b2n.ir/iotagricultur2>



کاربرد اینترنت اشیا در
کشاورزی ۱

<https://b2n.ir/iotagricultur>



اولترافیلتراسیون

<https://b2n.ir/ultrafiltration>



دوازدهمین دوره
جشنواره حرکت

<https://b2n.ir/harekat12>



تکنولوژی "4D"
printing چیست؟؟

<https://b2n.ir/4dprinting>



پرینترهای ۴ بعدی،
تکنولوژی جدید در
طراحی های آینده

<https://b2n.ir/4dprinting2>



Autodesk Moldflow

<https://b2n.ir/MOLDFLOW>



گلخانه های هوشمند ۱

<https://b2n.ir/intligentgreenhouse>



گلخانه های هوشمند ۲

<https://b2n.ir/intligentgreenhouse2>



ذخیره سازی انرژی های
تجدیدپذیر ۱

<https://b2n.ir/savingenergy>



ذخیره سازی انرژی های
تجدیدپذیر ۲

<https://b2n.ir/savingenergy2>

راه های ارتباطی انجمن:

 machinery.utcan@ut.ac.ir

  saame_ut





SORENA
AGRICULTURE
MACHINES COMPANY

- تولید و تعمیر انواع دستگاه های کشاورزی و بسته بندی



همدان، سردرود
روستای خورونده



آشتیانی ۰۹۱۸۲۹۰۹۰۰۷
طیّبی ۰۹۱۲۰۳۵۵۶۰۵



سورنا

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