

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# روغن کشی میوه و دانه‌های روغنی

رشته صنایع غذایی  
گروه کشاورزی و غذا  
شاخه فنی و حرفه‌ای  
پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب: روغن کشی میوه و دانه‌های روغنی - ۲۱۲۳۷۲
- پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: معصومه حقیقت‌پژوه مطلق، مسعود هماپور، زهرا میرخاور، رضا فریدینیا، شراره شهبازی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: محسن کشمیری، بهروز شهناسی و زهره موجرلو (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان: جواد صفری (مدیر هنری) - افسانه ابراهیمی (صفحه‌آرا) - صبا کاظمی دوانی (طراح جلد)
- تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۹۲۶۶-۸۸۳۰، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وب‌گاه: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)
- ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)
- تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ ششم ۱۴۰۲

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین  
برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و  
باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.  
امام خمینی «قُدَسَ سِرُّهُ»

پودمان اول: روغن کشی از میوه زیتون ..... ۱

۲ ..... تولید روغن زیتون ■

پودمان دوم: روغن کشی از دانه‌های روغنی با پرس ..... ۲۷

۲۸ ..... استخراج روغن با پرس ■

پودمان سوم: روغن کشی از دانه‌های روغنی با حلال ..... ۴۷

۴۸ ..... استخراج روغن با حلال ■

پودمان چهارم: تصفیه و فرایندهای اصلاحی روغن ..... ۶۷

۶۸ ..... تصفیه روغن‌های خوراکی ■

۹۳ ..... فرایندهای اصلاحی روغن‌ها ■

پودمان پنجم: کنترل کیفیت روغن ..... ۱۱۱

۱۱۲ ..... کنترل کیفیت محصول نهایی ■

۱۳۸ ..... منابع ■

## سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

- ۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی تولید انواع روغن خوراکی
  - ۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه
  - ۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها
  - ۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر
- بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این کتاب پنجمین کتاب کارگاهی است که ویژه رشته صنایع غذایی تألیف شده است. شما در طول دوره سه ساله شش کتاب کارگاهی و با شایستگی‌های متفاوت را آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی روغن‌کشی میوه و دانه‌های روغنی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا دو واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو است که برای

انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.oerp.ir](http://www.tvoccd.oerp.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

## سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته صنایع غذایی طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال دوازدهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌شود که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. کتاب شامل پودمان‌های زیر است:

**پودمان اول:** با عنوان «روغن کشی از میوه زیتون» است که در آن فرایند تولید روغن زیتون بکر در یک واحد یادگیری بیان شده است.

**پودمان دوم:** با عنوان «روغن کشی از دانه‌های روغنی با پرس» است که در آن فرایند روغن کشی به روش مکانیکی با پرس در یک واحد یادگیری بیان شده است.

**پودمان سوم:** با عنوان «روغن کشی از دانه‌های روغنی با حلال» است که در آن فرایند روغن کشی به روش شیمیایی با حلال در یک واحد یادگیری بیان شده است.

**پودمان چهارم:** با عنوان «تصفیه و فرایندهای اصلاحی روغن» است که در آن مراحل تصفیه و فرایندهای اصلاحی روغن‌های خوراکی در دو واحد یادگیری بیان شده است.

**پودمان پنجم:** با عنوان «کنترل کیفیت روغن» است که در آن اصول و روش‌های کنترل کیفیت روغن‌های خوراکی در یک واحد یادگیری بیان شده است.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق شود.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**





## پودمان ۱

# روغن کشی از میوه زیتون



زیتون یکی از قدیمی‌ترین گیاهان روی زمین است و در ادیان مختلف از آن به‌عنوان درختی مقدس یاد شده است. نام زیتون شش مرتبه در قرآن کریم ذکر شده و حتی به آن سوگند یاد شده است. درخت زیتون از هزاران سال پیش به‌صورت وحشی در مناطق شرق مدیترانه رشد نموده است. امروزه کشت آن در مناطق جنوبی اروپا و شمال آفریقا توسعه پیدا کرده است. کشت زیتون در ایران هم سابقه‌ای بسیار طولانی دارد به‌طوری که ایران را یکی از خاستگاه‌های درخت زیتون در جهان می‌دانند. این گیاه با اقلیم‌های متنوع سازگار است. بیشترین سطح زیر کشت این درخت در ایران مربوط به استان‌های زنجان و گیلان می‌شود.

## واحد یادگیری ۱

### تولید روغن زیتون

تولید روغن زیتون در جهان سابقه‌ای بسیار طولانی دارد. این روغن در عصر باستان به عنوان روغن مقدس برای روشنایی معابد استفاده می‌شد. همچنین در طول تاریخ این روغن به عنوان دارو نیز به کار گرفته شده است. مهم‌ترین فراورده میوه زیتون، روغن زیتون بکر است. که با روش مکانیکی از میوه تازه و سالم زیتون با رعایت شرایط خوب ساخت بدون هیچ‌گونه عمل‌آوری جز شست‌وشو، جداسازی و صاف کردن به دست می‌آید. روغن زیتون تنها حدود سه درصد حجم تجارت جهانی روغن‌ها را به خود اختصاص داده در حالی که حدود ۲۵ درصد ارزش مالی تجارت روغن‌ها مربوط به این روغن است. به واسطه قیمت بالای این محصول، امکان انجام تقلب در آن بالاست. این روغن از لحاظ ترکیب اسیدهای چرب و سایر ترکیبات مغذی دارای ویژگی‌های بسیار مفیدی بوده به طوری که تحقیقات علمی اثر مصرف این روغن، در کاهش احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی را نشان داده است. به این ترتیب روغن زیتون بکر به عنوان یکی از ارزشمندترین روغن‌های خوراکی شناخته می‌شود.

در این واحد یادگیری، فرایند تولید روغن زیتون در شش مرحله کاری بیان شده است.

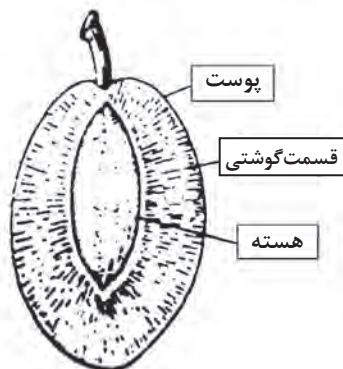
### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری، هنرجویان قادر به تولید روغن زیتون بکر با استفاده از سانتریفیوژ مطابق استاندارد ۲۰۲۱۲ سازمان ملی استاندارد ایران خواهند بود.



## ۱- مرحله تهیه ماده اولیه

درخت زیتون گیاهی همیشه سبز، با عمر طولانی است که با اقلیم‌های مدیترانه‌ای و شبه‌مدیترانه‌ای سازگار است. این درخت در مناطقی بهترین عملکرد را خواهد داشت که دارای زمستان‌هایی معتدل و تابستان‌هایی



شکل ۱- ساختمان میوه زیتون

گرم و خشک و طولانی باشند. درخت زیتون به یخبندان‌های شدید حساس است. اصلی‌ترین مناطق کشت زیتون در ایران استان‌های گیلان، زنجان، گلستان و قزوین هستند. در سال‌های اخیر کشت زیتون در بسیاری از استان‌های کشور متداول شده است.

میوه زیتون سفت، هسته‌دار و بیضوی شکل است که از قسمتی گوشتی و یک هسته تشکیل شده و قسمت گوشتی را پوست احاطه کرده است. شکل ۱ ساختمان میوه زیتون را نشان می‌دهد.

پرسش

از میوه زیتون چه محصولاتی می‌توان تهیه کرد؟



شکل ۲- زیتون رسیده کنسروی (زیتون سبز)

### ویژگی‌های چند رقم میوه زیتون

بیش از ۹۰ درصد میوه زیتون تولیدی در جهان برای تولید روغن زیتون بکر و حدود ۱۰ درصد آن نیز صرف تولید انواع فراورده‌های کنسرو زیتون می‌شود. برخی از ارقام میوه زیتون که درصد روغن بالاتری دارند تنها برای تولید روغن و برخی که اندازه درشت داشته و نسبت گوشت به هسته آنها بالا است برای مصارف کنسروی استفاده می‌شوند. اما بسیاری از ارقام آن کاربرد دو منظوره دارند. برای تولید کنسرو زیتون، از زیتون سبز رسیده استفاده می‌شود و در کارخانه‌ها پس از تلخی‌زدایی و فراوری، به صورت با هسته (درسته)، بی هسته، برش عرضی خورده (اسلایس) یا کنسرو زیتون پرورده، بسته‌بندی شده و برای مصرف خوراکی عرضه می‌شود. (شکل ۲)

در جدول زیر برخی از مهم‌ترین ارقام میوه زیتون معرفی شده است.

شکل میوه	درصد روغن در ماده تر	نوع رقم	نام رقم
	۲۵ تا ۳۲	ایرانی	<b>۱- روغنی:</b> این رقم دارای قدرت رشد زیاد، برگ متوسط، میوه متوسط (وزن میوه ۴ گرم)، شکل کشیده، دارای نوک، محل اتصال دم میوه مسطح، رنگ میوه در زمان رسیدن کامل بنفش مایل به سیاه است. نوع مصرف آن فقط روغنی است.
	۲۰ تا ۲۸	ایرانی	<b>۲- زرد زیتون:</b> وزن میوه این رقم به طور متوسط ۴ تا ۵ گرم است. شکل بیضی، رنگ میوه در زمان رسیدگی کامل، قرمز تیره غیر یکنواخت، وزن هسته ۰/۵ تا ۰/۶ گرم و هسته آن بیضی شکل است. کیفیت روغن خوب و نسبت گوشت به کل میوه زیاد است. نوع مصرف آن دو منظوره است.
	۲۰ تا ۲۸	خارجی	<b>۳- کرونایکی:</b> مبدأ این رقم در یونان است. نوع مصرف آن فقط روغنی است. میوه‌های بسیار ریز با وزن متوسط ۱/۳ گرم دارد.
	۲۶ تا ۲۸	خارجی	<b>۴- لچینو:</b> مبدأ این رقم ایتالیا است. نوع مصرف آن فقط روغنی است. میوه‌های کوچک با وزن متوسط کمتر از ۲/۵ گرم دارد.
	۲۰ تا ۲۲	خارجی	<b>۵- میشن:</b> مبدأ این رقم آمریکا است. نوع مصرف آن دو منظوره و دارای میوه‌های درشت با وزن متوسط ۶ گرم است.
	۱۸ تا ۲۵	خارجی	<b>۶- آریکن:</b> مبدأ این رقم اسپانیا است. نوع مصرف آن فقط روغنی است. میوه‌هایی سبک با میانگین وزن کمتر از ۲ گرم دارد.
	۱۸ تا ۲۲	خارجی	<b>۷- کنسروالیا:</b> مبدأ این رقم یونان است. به‌عنوان رقمی دو منظوره شناخته می‌شود اما کاربرد اصلی آن کنسروی است. میوه‌هایی بزرگ با میانگین وزن کمتر از ۷ گرم دارد.

## عوامل مؤثر بر کیفیت روغن زیتون

کیفیت روغن زیتون علاوه بر رقم زیتون به عوامل متعددی از قبیل روش داشت، زمان و روش برداشت، درجه رسیدگی، انتقال و حمل و نقل، فاصله زمانی بین برداشت تا روغن‌کشی، روش و فرایند روغن‌کشی و ظروف نگهداری روغن زیتون بستگی دارد.

**روش داشت:** داشت، شامل مجموعه عملیاتی است که هر ساله طی فصل رشد و گاهی در طول دوره استراحت زمستانی برای تنظیم رشد و تناسب شرایط حیاتی و باروری درخت صورت می‌پذیرد که در کیفیت و کمیت برداشت زیتون تأثیرگذار است. آبیاری، کوددهی و سم‌پاشی از عوامل مهم مرحله داشت هستند.

**زمان برداشت:** زمان برداشت میوه زیتون روغنی اثرات مهمی روی کیفیت و کمیت روغن زیتون دارد. برای مصرف روغن زیتون بکر، ویژگی‌های مربوط به طعم و عطر (ارگانولپتیک) آن بسیار با اهمیت است. این ویژگی‌ها مستقیماً به خصوصیات و سالم بودن میوه‌ای که از آن استخراج می‌شود، بستگی دارد. با توجه به شرایط اقلیمی و آب و هوا، فصل برداشت زیتون متغیر است. زمان برداشت زیتون کنسروی معمولاً از اوایل شهریور تا اوایل مهر ماه و زمان برداشت زیتون روغنی معمولاً از اواسط مهر تا اواخر بهمن ماه است.

بحث کلاسی



در مورد اهمیت مرحله داشت بحث کنید.



**روش برداشت:** روش برداشت برای تولید روغن زیتون با کیفیت اهمیت ویژه‌ای دارد. این عملیات به روش دستی یا مکانیکی صورت می‌پذیرد. زیتون‌های آفت زده، آسیب دیده، چروکیده، لکه‌دار، بیماری زده، حشره زده، فیبری، برگ، شاخه، خاشاک و اجسام خارجی در داخل سبد قرار نمی‌گیرند. **روش‌های برداشت سنتی:** روش‌های سنتی برداشت شامل چیدن میوه با دست همراه با تکاندن شاخه، میوه‌چینی با چوب و میوه‌چینی با شانه و جمع‌آوری میوه از روی زمین است. (شکل ۳)



شکل ۳- روش‌های برداشت سنتی



چرا میوه‌چینی با چوب جهت برداشت زیتون پیشنهاد نمی‌شود؟

**روش‌های برداشت مکانیکی:** برداشت مکانیکی با ماشین‌های کوچک یا بزرگ انجام می‌شود. (شکل ۴) - برداشت با ماشین‌های کوچک که به صورت شانه‌ای و یا شیکر شاخه عمل می‌کنند. با این روش برداشت از زیتون‌های خوراکی سیاه برای استحصال روغن استفاده می‌شود.

- برداشت با ماشین‌های بزرگ است که با تراکتور یا با موتورهای خودکششی به کار می‌افتند. از این ماشین‌ها در باغاتی می‌توان استفاده کرد که به صورت فنی احداث شده باشند و جا برای تردد تراکتور یا ماشین بزرگ فراهم باشد که در این حالت معمولاً به وسیله بازوی متحرک ماشین شیکر اقدام به لرزاندن تنه درخت نموده که این عمل سبب جدا شدن میوه از درخت می‌شود.



شکل ۴- روش‌های برداشت مکانیکی

**درجه رسیدگی:** میوه زیتون رسیده دارای ترکیبات مختلفی از جمله آب، کربوهیدرات، روغن، پروتئین و اسیدهای آلی است. قسمت گوشتی میوه حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد وزن آن را تشکیل می‌دهد و بیشتر روغن هم (۹۶ تا ۹۸ درصد) در این قسمت است. (شکل ۵)

رسیدن زیتون با افزایش اندازه میوه و تغییر رنگ آن از سبز به زرد و سپس به قرمز، بنفش و سرانجام به بنفش تند مشخص می‌شود. عموماً بهترین روغن‌ها از زیتون‌هایی تولید می‌شوند که در زمان برداشت  $\frac{1}{3}$  تا  $\frac{2}{3}$  میوه‌ها سیاه شده باشند.

برای روغن‌کشی، میوه نباید نارس یا زیاد رسیده باشد. اگر میوه‌ای که هنوز خوب نرسیده است مورد روغن‌کشی قرار گیرد میزان روغن حاصل کم و طعم آن تلخ‌تر خواهد بود. روغنی که از زیتون زیاد رسیده، به دست می‌آید شیرین و دارای رنگ مایل به زرد است.

بهترین زمان برداشت، زمانی است که میوه‌ها بیشترین درصد روغن را داشته و روغن حاصله نیز بالاترین کیفیت را دارا باشد، اما در بیشتر مواقع وقوع این دو مورد به طور هم‌زمان ممکن نیست، زیرا زمانی که روغن میوه‌ها در



شکل ۵- زیتون رسیده روغنی

بالاترین کیفیت است، میزان روغن آنها به بالاترین مقدار نرسیده است. بنابراین انتخاب زمانی مناسب که در میوه‌ها روغن در حداکثر اندازه خود و کیفیت روغن قابل قبول هم داشته باشد، بسیار مهم است. معمولاً برای استحصال روغن با طعم مناسب، ۷۰ درصد زیتون بنفش و ۳۰ درصد زیتون سبز با هم مخلوط می‌شوند.

در هر منطقه با توجه به رقم زیتون، منطقه کاشت، شرایط اقلیمی و سایر عوامل مؤثر در زمان برداشت، شاخص رسیدگی مناسب را باید محاسبه کرد.



### اصول انتقال میوه زیتون

پس از برداشت زیتون، برای حفظ کیفیت محصول، باید آن را در ظروف مناسب نگهداری و حمل نمود. برای کاهش آسیب میوه و جابه‌جایی بهتر هوا، عمل انتقال در داخل سبدهای مشبک انجام شده و عمق هر لایه زیتون درون این سبدها نباید بیش از ۳۰ سانتی‌متر باشد تا کیفیت میوه‌ها برای عمل فراوری کاهش نیابد. چیدمان سبدها روی هم در زمان چیدن، جابه‌جایی، حمل و انبارش به‌نحوی باشد که به میوه زیتون آسیب وارد نکند. (شکل ۶)

گذاشتن جعبه‌ها روی یکدیگر نباید باعث ایجاد فشار شود و کف جعبه‌ها باید به‌نحوی باشد که به‌سهولت با بالابر قابل جابه‌جایی باشند. بارگیری و حمل و نقل میوه زیتون باید به‌نحوی باشد که ضربه به زیتون‌ها وارد نشود.



شکل ۶- سبدهای مشبک حمل و نقل زیتون

آسیب‌های مکانیکی در زمان برداشت و حمل و نقل زیتون باعث افزایش فعالیت آنزیم لیپاز و در نتیجه افزایش اسیدهایی چرب آزاد می‌شوند. در ادامه به‌واسطه تسریع واکنش اکسیداسیون روغن، اندیس پراکسید هم افزایش می‌یابد و کاهش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، فنول، فلاونوئید، سبب ایجاد طعم نامطبوع روغن زیتون می‌شود. برای حفظ کیفیت روغن، میوه‌های زیتون باید بلافاصله پس از برداشت یا حداکثر ۳ روز پس از آن روغن‌کشی شوند.

### آزمون‌های کنترل کیفیت میوه زیتون

#### ۱- ویژگی ظاهری (فیزیکی) زیتون

#### الف) اندازه‌گیری وزن میوه زیتون

ابزار و تجهیزات: ترازوی دیجیتال، میزکار، ماشین حساب، چاقو، دستکش، ماسک، کلاه، لباس کار

مواد: میوه زیتون





### روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- ۳۰ عدد میوه زیتون سالم را به صورت تصادفی انتخاب کنید.
- وزن میوه زیتون را تک تک با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری کنید.
- نتایج را با هم جمع کرده و تقسیم بر تعداد کنید.
- اعداد به دست آمده را با جدول زیر مقایسه کرده و گروه وزنی رقم زیتون را مشخص کنید.

### جدول ۱- تعیین گروه وزنی میوه زیتون

گروه وزنی رقم زیتون	میانگین وزن میوه زیتون
سبک	کمتر از ۲ گرم
متوسط	بین ۲ تا ۴ گرم
سنگین	بین ۴ تا ۶ گرم
فوق سنگین	بیشتر از ۶ گرم

### ب) اندازه‌گیری نسبت گوشت به هسته زیتون

#### روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- ۳۰ عدد میوه زیتون سالم را به صورت تصادفی انتخاب کنید.
- وزن میوه‌ها را با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری کنید. ( $W_1$ )
- هسته‌ها را از قسمت گوشتی جدا کنید.
- هسته‌ها را بشویید تا گوشت کاملاً جدا شود.
- هسته‌ها را خشک کرده و وزن آنها را با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری کنید. ( $W_2$ )
- نسبت وزن گوشت به هسته را طبق فرمول زیر محاسبه کنید. (X)

$$X = \frac{W_1 - W_2}{W_2}$$

### ۲- اندازه‌گیری درصد روغن میوه زیتون به روش سوکسله

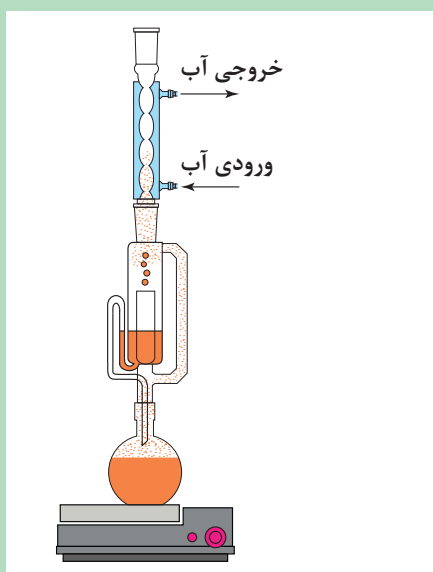
ابزار و تجهیزات: ست سوکسله، شوف بالن (هیتر)، کاغذ صافی، کارتوش، ترازو، آون، دسیکاتور، هاون، دستکش، ماسک، کلاه و لباس کار

مواد: میوه زیتون، حلال نرمال هگزان

#### روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- مقداری از زیتون را داخل هاون به صورت خمیر درآورید.

- خمیر زیتون را در آون با دمای حدود  $2 \pm 103$  درجه سلسیوس قرار دهید تا به وزن ثابت برسد.
- حدود ۲ گرم از خمیر خشک شده را توزین نموده و وزن آن را یادداشت کنید. ( $W_1$ ) و سپس در کاغذ صافی لوله کرده و داخل کارتوش قرار دهید.
- ست سوکسله شامل بالن، استخراج کننده و کندانسور را به خوبی شسته و خشک کنید.
- بالن خالی را وزن کنید. ( $W_2$ )
- حدود  $\frac{1}{3}$  حجم بالن را با حلال نرمال هگزان پر کنید.
- دستگاه سوکسله را مطابق شکل ۷ نصب کنید و کارتوش محتوی خمیر زیتون را در قسمت استخراج کننده قرار دهید.
- هیتر را روشن کرده و آب کندانسور را باز کنید.
- هرگاه تقطیر هگزان آغاز شد، زمان آن را ثبت کرده و تقطیر را تا ۴ ساعت ادامه دهید.
- پس از ۴ ساعت هیتر را خاموش کرده و پس از سرد شدن، حلال درون استخراج کننده را نیز داخل بالن بریزید.



شکل ۷- دستگاه سوکسله

- بالن حاوی حلال و روغن را مطابق شکل به مبرد وصل کنید. (شکل ۷)
  - یک بالن خالی را برای جمع آوری حلال در انتهای مبرد قرار دهید.
  - زمانی که خروج حلال از انتهای مبرد به اتمام رسید، هیتر را خاموش کرده و بالن را از مبرد جدا کنید.
  - بالن را در آون با دمای حدود  $100$  درجه سلسیوس قرار دهید تا هگزان آن تبخیر شود.
  - بالن را از آون خارج کنید و پس از سرد شدن در دسیکاتور آن را وزن کنید. ( $W_3$ )
  - با استفاده از فرمول زیر درصد روغن را محاسبه کنید.
- $$\text{درصد روغن استخراج شده} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

- ۱ در صورتی که تهیه خمیر میوه زیتون همراه با هسته امکان پذیر نباشد می توانید این آزمایش را با قسمت گوشتی میوه انجام دهید.
- ۲ در این آزمون به هیچ عنوان از شعله به جای هیتر استفاده نکنید.

نکته



فعالیت  
کارگاهی



### تعیین درجه رسیدگی میوه زیتون

ابزار و تجهیزات: میزکار، دستکش، کلاه، لباس کار و ماسک

مواد: میوه زیتون

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- $100$  عدد میوه زیتون سالم را به طور تصادفی انتخاب کنید.

- با استفاده از فرمول زیر درجه رسیدگی زیتون‌ها را تعیین کنید.

$$\text{درجه رسیدگی} = \frac{(\text{N}^0 \times \text{N}^0) + (\text{N}^1 \times \text{N}^1) + (\text{N}^2 \times \text{N}^2) + (\text{N}^3 \times \text{N}^3) + (\text{N}^4 \times \text{N}^4) + (\text{N}^5 \times \text{N}^5) + (\text{N}^6 \times \text{N}^6) + (\text{N}^7 \times \text{N}^7)}{100}$$

در این فرمول، مفهوم  $\text{N}^0$  تا  $\text{N}^7$  به شرح زیر است:

$\text{N}^0$ : تعداد زیتون‌هایی که دارای رنگ سبز تیره هستند.

$\text{N}^1$ : تعداد زیتون‌هایی که دارای رنگ زرد یا سبز مایل به زرد هستند.

$\text{N}^2$ : تعداد زیتون‌هایی که رنگ پوست آنها زرد شده و نقطه‌های قرمز نیز روی آنها دیده می‌شود.

$\text{N}^3$ : تعداد زیتون‌هایی که رنگ پوست آنها قرمز یا بنفش کم‌رنگ است.

$\text{N}^4$ : تعداد زیتون‌هایی که رنگ پوست آنها سیاه شده، اما رنگ گوشت میوه هنوز کاملاً سبز است.

$\text{N}^5$ : تعداد زیتون‌هایی که رنگ پوست آنها سیاه شده، اما رنگ گوشت میوه‌ها در حال بنفش شدن است.

$\text{N}^6$ : تعداد زیتون‌هایی که رنگ پوست آنها سیاه شده، اما رنگ گوشت میوه‌ها تا روی هسته بنفش شده است.

$\text{N}^7$ : تعداد زیتون‌هایی که رنگ پوست آنها سیاه و رنگ گوشت میوه کاملاً تیره است.

نکته

در بسیاری ارقام، مناسب‌ترین زمان برداشت، زمانی است که این نسبت حدود ۵ باشد.



## ۲- مرحله تمیز کردن

میوه زیتون به هر روشی که برداشت شود، با ناخالصی‌هایی مانند برگ، شاخه، خاک، خاشاک، شن و سنگ‌ریزه همراه است، این ناخالصی‌ها باید با استفاده از دستگاه تمیز کننده از میوه تفکیک شوند.

### اصول تمیز کردن زیتون

به منظور تمیز کردن زیتون، پس از دریافت و انجام کنترل مقدماتی میوه از نظر بافت، آفت زدگی، چروکیدگی، آسیب دیدگی و صدمه، کپک زدگی و رنگ، زیتون‌ها در دریچه ورودی تسمه نقاله تخلیه می‌شوند. (شکل‌های ۸ و ۹) پس از ورود زیتون به دریچه ورودی، انتقال زیتون‌ها برای شست‌وشو با نوار نقاله صورت می‌پذیرد. بازرسی چشمی به منظور جداسازی برگ، شاخه و مواد زائد توسط نیروی انسانی روی نوار نقاله انجام می‌شود. (شکل ۱۰) برای پاک‌سازی گل و لای و مواد خارجی، شست‌وشو با آب به صورت پاششی روی ویبراتور صورت می‌پذیرد. شیر آب باز شده و وان از آب پر می‌شود، در این هنگام دریچه خروجی وان شست‌وشو بسته شده و سیرکوله پیوسته آب توسط پمپ صورت می‌پذیرد. (شکل ۱۱)



شکل ۹



شکل ۸



شکل ۱۱



شکل ۱۰

مقدار زیتون ورودی به دریاچه تسمه نقاله براساس اندازه دریاچه بوده و از پر کردن بیش از حد ظرفیت اجتناب شود.

نکته



متناسب با عملکرد دستگاه برگ گیر، سرعت انتقال نوار نقاله به برگ گیر تنظیم شود.

نکته



وجود برگ همراه با زیتون چه تأثیری در کیفیت روغن دارد؟

پرسش



### شست‌وشو و تمیز کردن زیتون

ابزار و تجهیزات: آبکش، لباس کار، کفش، دستکش، ماسک و کلاه

مواد: میوه زیتون

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- زیتون‌ها را درون آبکش ریخته و برگ و ناخالصی‌های دیگر آن را جدا کنید.
- زیتون‌ها را با آب سرد شست‌وشو دهید.
- اجازه دهید آب زیتون‌های شسته شده از آبکش خارج شود.
- زیتون‌ها برای انجام عملیات مرحله بعد آماده هستند.

فعالیت  
کارگاهی



عملیات شست‌وشو در کارخانه‌ها با دستگاه‌های مخصوص انجام می‌شود.

نکته



## ۳- مرحله خرد کردن

هدف از انجام این مرحله خرد کردن زیتون‌ها و تبدیل آنها به خمیری نرم برای تسهیل خروج روغن است.

### اصول خرد کردن زیتون

پس از شست‌وشو به منظور خرد کردن، زیتون‌ها به آسیاب کراشر (crusher) منتقل می‌شوند. با عمل خرد کردن، بافت‌های گیاهی پاره می‌شوند و قطرات روغن محتوی در سلول آزاد می‌شوند. در این روش هرچه میوه ریزتر باشد مایع به دست آمده لطیف‌تر و یکنواخت‌تر می‌شود. برای خرد کردن زیتون از دو نوع ماشین آسیاب سنگی یا غلتکی (stonemile) یا آسیاب فلزی (metallic crusher) استفاده می‌شود.

در کارخانه‌های روغن‌کشی به دلیل بالا بودن ظرفیت تولید از آسیاب فلزی استفاده می‌شود.

### مزایای آسیاب غلتکی:

- احتمال تشکیل امولسیون وجود ندارد.
- ذرات چربی به هم می‌چسبند، در نتیجه جداسازی آنها آسان‌تر است.
- خمیر زیتون گرم نمی‌شود.
- بیشتر سلول‌ها پاره شده و منجر به آزادسازی روغن می‌شوند.

### معایب آسیاب غلتکی:

- گران هستند.
- فضای زیادی اشغال می‌کنند.
- بسیار آرام و غیر مداوم کار می‌کنند.

### مزایای آسیاب فلزی:

- ارزان هستند.
- فضای زیادی اشغال نمی‌کنند.
- ظرفیت بسیار بالایی دارند.
- به صورت اتوماتیک و مداوم کار می‌کنند.

### معایب آسیاب فلزی:

- احتمال تشکیل امولسیون وجود دارد.
- احتمال ساییدگی و یا جدا شدن قسمت‌های فلزی به دلیل چرخش در سرعت بالا وجود دارد.
- تمامی سلول‌ها پاره نشده و آزادسازی روغن کلیه سلول‌ها انجام نمی‌شود.



شکل ۱۲- دستگاه کراشر (آسیاب فلزی)



شکل ۱۳- دستگاه آسیاب سنگی (آسیاب غلتکی)

نکته



هسته زیتون حاوی مقداری روغن است که به واسطه خرد کردن و عملیات بعدی آن همانند روغن گوشت زیتون استخراج می‌شود. ترکیب روغن هسته و گوشت زیتون با هم متفاوت است. بنابراین آنچه تحت عنوان روغن زیتون مصرف می‌شود، در واقع مخلوطی از روغن گوشت و هسته زیتون است.

فعالیت  
کارگاهی



### خرد کردن زیتون

ابزار و تجهیزات: دستگاه خرد کن، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

مواد: میوه زیتون

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- زیتون‌های شسته شده مرحله قبل را وارد دریاچه دستگاه خرد کن کنید.
- دستگاه را روشن کنید.
- زیتون خرد شده را در ظرف جمع کنید.

نکته



در صورتی که خرد کردن میوه زیتون همراه با هسته امکان پذیر نباشد می‌توانید این فعالیت را با قسمت گوشتی میوه انجام دهید.

نکته



در هنگام کار با دستگاه خردکن نکات ایمنی را رعایت کنید.

## ۴- مرحله مالش دادن

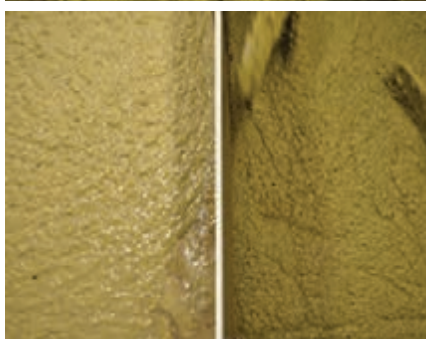
پس از خرد کردن برای افزایش بازدهی و سرعت بخشیدن به استخراج روغن از خمیر زیتون، آن را مالش می‌دهند. این کار به پیوستن قطرات روغن به هم و تشکیل قطرات بزرگ‌تر روغن و جدا شدن دو فاز آب و روغن از هم کمک می‌کند.

### اصول عملیات مالش دهی خمیر زیتون

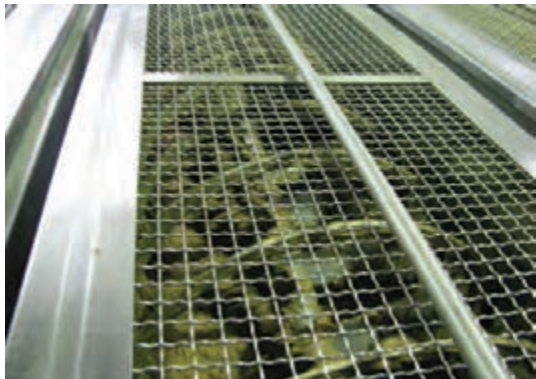
عملیات مالش دهی در دستگاه مالاکسور به طور آرام و پیوسته انجام می‌شود. (شکل ۱۴) مالاکسور در دو نوع نیمه استوانه‌ای با شفت افقی یا نیمه کروی با شفت عمودی است. مالاکسورهای دو جداره از جنس فولاد ضد زنگ هستند. در هنگام هم‌زدن با استفاده از المنت‌های الکتریکی یا جریان آب داغ در بین جداره‌های مخلوط کن، خمیر زیتون حرارت داده می‌شود.

در هنگام مخلوط نمودن و مالش دادن ترکیبات فنولی موجود در خمیر زیتون کاهش می‌یابد و در ضمن حرارت نیز بر کاهش ترکیبات فنولی مؤثر خواهد بود. چگونگی ورز دادن خمیر زیتون بر میزان ترکیبات فنولی روغن زیتون نقش دارد.

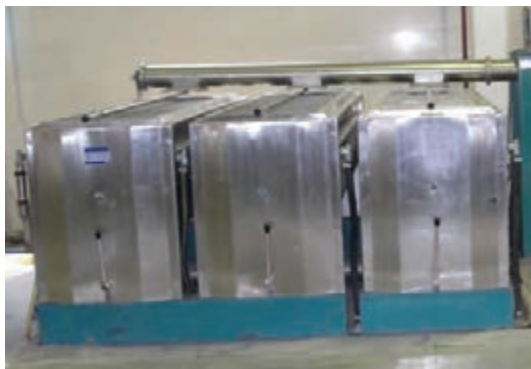
مالاکسورها مجهز به تیغه‌هایی هستند که با سرعت ۱۸ تا ۲۰ دور در دقیقه می‌چرخند و برای خمیرهای سنگین و سخت باید ماشین‌ها مجهز به دندان‌های تنظیم سرعت باشند تا هرگونه خمیر را با سرعت‌های متفاوت تنظیم نمایند. زیرا عدم سرعت مناسب منجر به تشکیل امولسیون می‌شود. (شکل‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷)



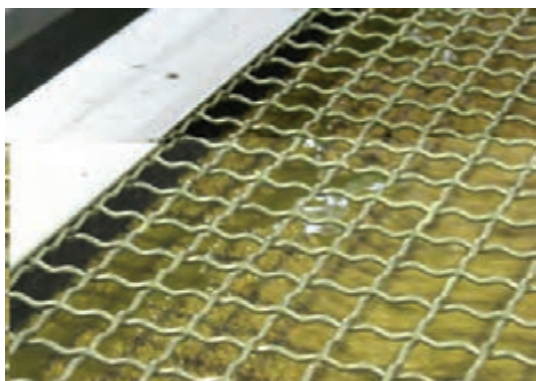
شکل ۱۴



شکل ۱۶- خمیر زیتون در زمان ماساژ دادن در دستگاه مالاکسور



شکل ۱۵- دستگاه مالاکسور



شکل ۱۷- ظاهر شدن روغن در زمان ماساژ دادن در دستگاه مالاکسور

با توجه به رقم زیتون دمای مطلوب خمیر در مالاکسور ۲۶ تا ۳۲ درجه سلسیوس و زمان ورزدهی ۳۰ تا ۶۰ دقیقه است.

نکته



هنگام عملیات مالش‌دهی خمیر، باید به نکات زیر توجه نمود:

- ۱ دقت شود حجم خمیر زیتون حداکثر تا روی پره‌های مالاکسور باشد.
- ۲ در جداره مالاکسور آب در جریان باشد. (شیر ورودی آب به جداره مالاکسور باز باشد).
- ۳ در عملیات مالش‌دهی خمیر زیتون برای حفظ کیفیت روغن استحصالی زمان مالش‌دهی و دمای خمیر زیتون باید کنترل شود.

پرسش



- ۱ دمای خمیر زیتون با چه ابزاری کنترل می‌شود؟
- ۲ زمان مالش‌دهی خمیر زیتون با چه ابزاری کنترل می‌شود؟
- ۳ اگر درجه حرارت در عملیات مالش‌دهی بالا باشد، چه مشکلاتی به وجود می‌آید؟

فعالیت  
کارگاهی



**مالش دادن خمیر زیتون**  
**ابزار و تجهیزات:** دستگاه هم‌زن (غذاساز خانگی)، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه  
**مواد:** زیتون خرد شده  
**روش کار:**  
- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.  
- زیتون خرد شده را در دستگاه هم‌زن قرار دهید.  
- دستگاه را روشن کنید.  
- خمیر زیتون را در ظرف جمع کنید.

نکته



در هنگام کار با دستگاه هم‌زن، نکات ایمنی را رعایت کنید.

## ۵- مرحله دکانتاسیون

خمیر زیتون حاوی سه فاز مختلف روغن، تفاله و آب است که باید برای استخراج روغن، آنها را با روش صحیح از هم جدا نمود. عموماً از سه روش پرس کردن، سانتریفیوژ و پرکولاسیون (صاف کردن) یا روش ترکیبی برای جداسازی استفاده می‌شود. سیستم سانتریفیوژ روشی پیوسته بوده و اغلب به صورت ترکیبی با روش پرکولاسیون استفاده می‌شود. در سیستم‌های فشاری و سانتریفیوژی با حجم زیادی از پساب و در نتیجه آلودگی و مشکلات زیست محیطی و هزینه‌های مرتبط با آن مواجه است.

### روش‌های روغن‌کشی از زیتون

۱- پرس کردن: پرس کردن از قدیمی‌ترین روش‌های روغن‌کشی از میوه زیتون است. روغن به دست آمده از پرس اول فوق العاده مرغوب است. تفاله باقی مانده را دوباره با فشار و حرارت زیاد می‌فشارند، تفاله را می‌توان سه تا چهار بار بدین ترتیب فشرد. تفاله‌هایی که در مرحله آخر باقی می‌مانند هنوز ۸ تا ۱۵ درصد روغن دارند که معمولاً به وسیله حلال استخراج می‌شود. پس از خارج سازی حلال، به این روغن، روغن تفاله زیتون یا پومیس (Pomace Olive oil) گفته می‌شود.

این روغن قبل از مصرف باید، حلال زدایی و سپس تصفیه شود. مطابق استاندارد ملی ایران عرضه و مصرف این روغن حتی پس از تصفیه ممنوع است.

نکته



استخراج روغن توسط پرس ممکن است با پرس‌های خیلی ابتدایی و قدیمی که توسط نیروی دست کارگران و یا حیوانات کار می‌کنند و یا توسط پرس هیدرولیکی انجام گیرد.

### مزایای استفاده از پرس برای روغن‌کشی زیتون:

- سرمایه‌گذاری محدود.
- ماشین‌های مورد نیاز بسیار ساده و کم هزینه هستند.
- توان الکتریکی کمی نیاز دارد و همچنین مصرف انرژی آن بسیار کم است.
- تفاله به دست آمده در این روش رطوبت بسیار پایینی دارد.

### معایب استفاده از پرس برای روغن‌کشی زیتون:

- ماشین‌های مورد استفاده فضای بسیار زیادی را اشغال می‌کنند.
- نیاز به نیروی کار زیاد دارد.
- این سیستم به صورت غیر مداوم کار می‌کند.

۲- سانتریفیوژ کردن (دکانتر) (decanter): در روش‌های نوین استحصال روغن زیتون، جداسازی کلیه فازها توسط دستگاه‌های صنعتی سانتریفیوژ و دکانتر صورت می‌گیرد.

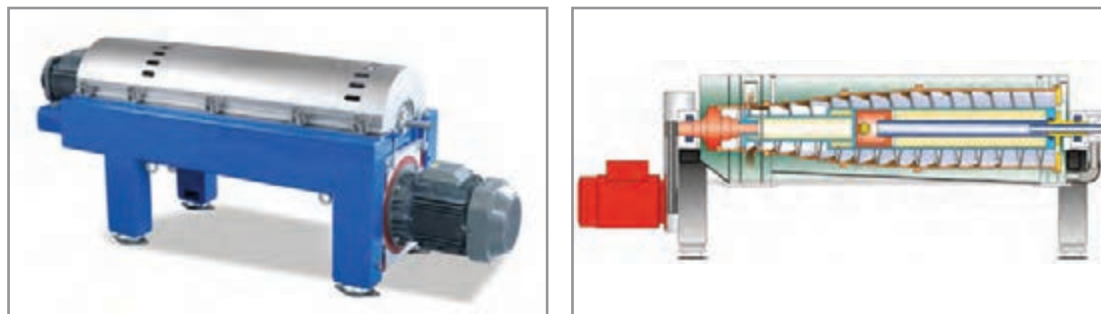
اصول کار دکانتاسیون (decantation): در سانتریفیوژ از نیروی گریز از مرکز استفاده می‌شود که اساس کار آن بر جدا کردن سیستم‌های ناهمگن مانند امولسیون روغن و آب بر مبنای تفاوت دانسیته اجزا آن است. استفاده از جداکننده‌ها یا دکانترهای سانتریفیوژی در بازیابی روغن بسیاری از مراحل مانند پخش کردن



خمیر زیتون روی کیسه‌های پرس، جا دادن کیسه‌های پرس، جادادن کیسه‌ها در داخل صفحه پرس که توسط کارگران انجام می‌شود را حذف نموده است. استفاده از دکانتر سانتریفیوژی همچنین سبب مداوم بودن فرایند و تولید بالاتر شده است.

درون دکانتر، لوله‌ای مارپیچی قرار دارد که با سرعتی کمتر از سرعت دستگاه اصلی می‌چرخد و این چرخش باعث انتقال مواد جامد به بیرون می‌شود.

روغن جدا شده و مخلوط آب و ذرات زیتون دوباره به‌درون دستگاه گریز از مرکز عمودی باز می‌گردند. این دستگاه با سرعت ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه می‌تواند مقادیر کم آب و ذرات زیتون مانده در روغن را جدا کند.



شکل ۱۸- دستگاه دکانتر

**دکانترهای ۲ و ۳ فازی:** با دکانتر روغنی ۳ فازی بخشی از پلی فنول روغنی شسته می‌شود زیرا مقدار بالای آب افزودنی (در مقایسه با روش سنتی)، مقدار بیشتری پساب تولید می‌کند که نیازمند تصفیه است. در سیستم سانتریفیوژ نوع سه فاز، از آب گرم ۲۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس برای بهبود جریان پذیری و جداسازی روغن استفاده می‌شود. مقدار آب افزوده بر روی بازدهی روغن و میزان ترکیبات فنولی آن تأثیر می‌گذارد زیرا بخشی از ترکیبات فنولی همراه پساب از دست می‌رود.

دکانتر روغنی ۲ فاز به‌عنوان تلاشی برای حل این مسئله استفاده می‌شود. به نحوی که سبب کاهش مقدار آب مصرفی شده و منجر به کاهش شستن فنول می‌شود.

این نوع دکانترها، ۲ فاز روغن و تفاله مرطوب را جدا می‌کنند. دکانتر ۲ فاز به‌جای اینکه ۳ خروجی داشته باشد (روغن، آب و مواد جامد) فقط ۲ خروجی دارد. آب به‌وسیله دکانتر مارپیچی به‌همراه تفاله تخلیه می‌شود که منتج به تفاله مرطوب می‌شود.

#### مزایای استفاده از دکانتر برای روغن‌کشی زیتون:

- به‌طور خودکار و مداوم است.
  - نیروی کار کمتری نیاز است.
  - بالاترین درصد استخراج روغن را دارد.
  - دفع پساب مشکل کمتری دارد.
  - روغن زیتون به‌دست آمده از دکانترهای ۲ فاز، دارای ترکیبات فنولی، توکوفرولی و ترکیبات معطر بیشتری است.
- همچنین روغن حاصل از دکانترهای ۲ فاز نسبت به روغن به‌دست آمده از دکانترهای ۳ فاز و پرس هیدرولیکی در برابر اکسیداسیون مقاوم‌تر است.

معایب استفاده از دکانتر برای روغن‌کشی زیتون:

- قیمت گران؛
- مصرف بالای انرژی؛
- امکان مرطوب ماندن تفاله؛
- تولید پساب بیشتر؛
- کاهش آنتی‌اکسیدان‌ها به خاطر آب افزوده شده.



شکل ۱۹- دستگاه سپراتور

**اصول کار با سپراتور:** پس از جداسازی تفاله و پساب، به‌منظور جداسازی، آب و روغن به‌دستگاه سپراتور منتقل می‌شوند. عملکرد دستگاه به این صورت است که سرعت دورانی زیاد دیسک‌های سپراتور، نیروی گریز از مرکز بالایی تولید می‌کند. روغن زمانی که وارد سپراتور می‌شود از طریق لوله‌ها وارد مرکز دیسک‌ها شده سپس بر اثر نیروی گریز از مرکز جداسازی آب از روغن صورت می‌گیرد. روغن خالص از یک مسیر و آب از مسیر دیگر از سپراتور خارج می‌شود. (شکل ۱۹)

نکته

در عملیات خالص‌سازی برای حفظ کیفیت روغن استحصالی دمای عملیات باید کنترل شود.



شکل ۲۰- دستگاه کلاریفایر

**اصول کار با کلاریفایر:** پس از جداسازی آب، روغن به‌منظور حذف ذرات معلق به دستگاه کلاریفایر منتقل می‌شود. در این دستگاه دیسک‌هایی با سرعت دورانی بالا، نیروی گریز از مرکز زیادی تولید می‌کنند. با ورود روغن و ذرات معلق به دستگاه، روغن از طریق لوله‌ها وارد مرکز دیسک‌ها شده و بر اثر نیروی گریز از مرکز جداسازی ذرات از روغن صورت می‌گیرد. (شکل ۲۰)

نکته

در عملیات پاک‌سازی برای حفظ کیفیت روغن استحصالی دمای عملیات باید کنترل شود.





### جداسازی روغن و تفاله

**ابزار و تجهیزات:** سانتریفیوژ ژربر، لوله آزمایش ۵ میلی‌لیتری دردار، سرنگ ۵ میلی‌لیتری، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

**مواد:** خمیر زیتون

**روش کار:**

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- خمیر زیتون را داخل لوله‌های آزمایش به یک اندازه بریزید و در لوله‌ها را ببندید.
- لوله‌ها را داخل سانتریفیوژ به طوری که دو به دو قرینه هم باشند قرار دهید.
- سانتریفیوژ را روشن کنید.
- پس از ۳ دقیقه سانتریفیوژ را خاموش کرده و پس از اطمینان از توقف کامل آن، در آن را باز کرده و لوله‌ها را خارج کنید.
- روغنی را که در قسمت بالای لوله‌ها قرار می‌گیرد با یک سرنگ خارج کنید.



### جداسازی آب از روغن زیتون

**ابزار و تجهیزات:** دکانتر ۲۵۰ میلی‌لیتری، پایه دکانتر، بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

**مواد:** روغن زیتون، آب

**روش کار:**

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- مقداری روغن و آب را داخل دکانتر بریزید.
- دکانتر را درون پایه قرار دهید و به مدت ۱۰ دقیقه بگذارید تا ثابت بماند، تا آب و روغن جدا شوند به نحوی که خط جداسازی بین آب و روغن مشهود شود.
- یک بشر در قسمت زیر دکانتر قرار داده و شیر دکانتر را باز کنید تا آب درون بشر تخلیه شود. وقتی به خط جداسازی رسید شیر دکانتر را ببندید.
- بشر دیگری زیر دکانتر قرار داده و شیر دکانتر را باز کنید. روغن درون بشر تخلیه می‌شود.

## ۶- مرحله بسته‌بندی

### اصول بسته‌بندی روغن زیتون

پس از لردگیری، روغن به دستگاه پرکن، دربند و غلاف‌بند (برای پلمب در ظروف) منتقل می‌شود. ماشین پرکن و دربندی بستگی به نوع محصول و سرعت تولید دارند. دستگاه پرکن و دربندی باید به طور صحیح ظروف را پر و دربندی کنند. دستگاه دربند دارای هدهای چرخنده است که با چرخش خود باعث دربندی ظروف می‌شوند.

در ماشین‌های پرکن و دربندی مایعات از یک روش یا ترکیبی از دو یا چند روش برای پر کردن مایعات درون ظروف بسته‌بندی استفاده می‌شود.

هر بطری به تنهایی جابه‌جا شده و در زیر میله پرکننده خود قرار گرفته و به طور خودکار بالا می‌آید و همان طوری که حول ماشین مستقل از بطری‌های دیگر می‌چرخد پر و دربندی می‌شود. این سیستم دارای اهرمی است که

بطری‌های پر شده را تخلیه و بطری‌های خالی را به‌زیر هدهای تغذیه‌کننده قرار می‌دهد. هر واحد پرکن به‌صورت یک سیلندر و پیستون است. هنگامی که ظروف دقیقاً به‌محل پرکن می‌رسند، دریچه تحویل دهنده مایع باز شده و دریچه ذخیره بسته می‌شود و با حرکت برگشت پیستون مایع به‌داخل ظروف تخلیه می‌شود، با حرکت بعدی پیستون دریچه تحویل دهنده بسته و دریچه ذخیره باز می‌شود. به‌این طریق پیستون برای پر کردن بعدی شارژ می‌شود. روغن زیتون باید در ظروف تیره مناسب بسته‌بندی شود. دربندی باید به‌نحوی باشد که قبل از رسیدن به‌دست مصرف‌کننده امکان دخل و تصرف در آن وجود نداشته باشد.

نکته

۱ باید عملکرد سنسور پرکن به‌صورت دوره‌ای کنترل شود.

۲ باید عملکرد دربند به‌صورت دوره‌ای کنترل شود.



شکل ۲۲- دستگاه دربند



شکل ۲۱- دستگاه پرکن

پس از پر کردن و دربندی بسته، به‌منظور درج مشخصات به دستگاه برچسب‌زن (لیبلینگ) و چاپ (جت پرینتر) منتقل می‌شود.

اطلاعات زیر باید به زبان فارسی و خوانا روی برچسب درج شود:

- نام و نوع فراورده
- نام و نشانی و علامت تجاری تولیدکننده
- وزن خالص بر حسب گرم/کیلوگرم
- شماره سری ساخت
- شرایط نگهداری (مانند دور از نور، در محل خشک و خنک نگهداری شود)
- تاریخ تولید (به‌روز، ماه و سال)
- تاریخ انقضای قابلیت مصرف (به‌روز، ماه و سال)
- عبارت «ساخت ایران» برای روغن‌های تولید داخل
- نام کشور تولیدکننده روغن‌های وارداتی که در ایران بسته‌بندی می‌شوند.
- در مورد واحدهای بسته‌بندی نام واحد تولیدی و علامت تجاری
- درج پروانه ساخت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
- درج علامت استاندارد و کد ردیابی آن

نکته

درج عبارات گمراه‌کننده (مانند با بو، بی بو و...) غیر مجاز است.





شکل ۲۴- دستگاه جت پرینتر (چاپ)



شکل ۲۳- دستگاه لیبلینگ (برچسب زن)



شکل ۲۵- دستگاه شیرینک پک

ظروف پس از برچسب‌زنی و چاپ به‌منظور بسته‌بندی به دستگاه شیرینک پک منتقل می‌شوند. در این دستگاه محصولاتی که دربندی و اتیکت‌زنی شده‌اند شیرینک می‌شوند. این عمل در بسته‌های با تعداد تعریف‌شده انجام می‌شود.

### اصول کنترل کیفی محصول نهایی

#### طبقه‌بندی روغن زیتون

روغن زیتون‌های بکر (Virgin olive oil)

روغن زیتون تصفیه شده (Refined olive oil)

روغن زیتون (Olive oil)

روغن حاصله از تفاله زیتون «خام» (Crude olive\_pomace oil)

روغن حاصله از تفاله زیتون «تصفیه شده» (Refined olive\_pomace oil)

روغن تفاله زیتون (Olive - pomace)

#### روغن‌های زیتون بکر (Virgin olive oil)

این روغن‌ها با روش مکانیکی از میوه تازه و سالم با رعایت شرایط خوب ساخت (GMP)، بدون هیچ‌گونه فرایندی، به‌جز شست‌وشو، جداسازی و صاف کردن به‌دست می‌آیند و شامل چهار نوع هستند.

۱- روغن زیتون فوق بکر (**Extra virgin olive oil**): روغن زیتون خالص و طبیعی با مجموع اسیدهای چرب آزاد کمتر از ۰/۸ درصد برحسب اولئیک اسید و حداکثر عدد پراکسید آن ۲۰ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم است. از نظر ارزیابی حسی این روغن فاقد هرگونه صفت منفی است.

نکته

برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول «ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روغن زیتون فوق بکر» کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.



۲- روغن زیتون بکر (**Virgin olive oil**): روغن زیتون خالص و طبیعی با مجموع اسیدهای چرب آزاد کمتر از ۲ درصد برحسب اولئیک اسید و حداکثر عدد پراکسید آن ۲۰ میلی اکی والان در کیلوگرم است.

۳- روغن زیتون بکر معمولی (**Ordinary virgin olive oil**): روغن زیتون خالص و طبیعی با مجموع اسیدهای چرب آزاد کمتر از ۳/۳ درصد برحسب اولئیک اسید و حداکثر عدد پراکسید آن ۲۰ میلی اکی والان در کیلوگرم است.

۴- روغن زیتون طبیعی لامپانت (**Lampante virgin olive oil**): این روغن زیتون طبیعی برای مصرف خوراکی مناسب نیست و میزان اسیدهای چرب آزاد آن برحسب اولئیک اسید بیشتر از ۳/۳ درصد است. این روغن را می‌توان به مصارف صنعتی رساند و یا تصفیه نمود.

#### روغن زیتون تصفیه شده (**Refined olive oil**)

این روغن از تصفیه روغن زیتون طبیعی با استفاده از روش‌های تصفیه به دست می‌آید. تصفیه نباید باعث تغییر ساختمان گلیسریدی اولیه روغن شود. اسیدیته آزاد این روغن برحسب اولئیک اسید نباید از ۰/۳ درصد بیشتر باشد.

#### روغن زیتون (**Olive oil**)

این روغن از مخلوط کردن روغن‌های زیتون طبیعی و روغن زیتون تصفیه شده به دست می‌آید و برای مصرف مناسب است. اسیدیته آزاد این روغن برحسب اولئیک اسید کمتر از ۱ درصد (در استاندارد ملی ایران ۱/۵ درصد) است.

#### روغن حاصله از تفاله زیتون «تصفیه شده» (**Refined olive-pomace oil**)

این روغن، از تصفیه روغن حاصله از تفاله زیتون (خام) به دست می‌آید. تصفیه نباید باعث تغییر ساختمان گلیسریدی اولیه روغن شود. اسیدیته آزاد این روغن برحسب اولئیک اسید نباید از ۰/۳ درصد بیشتر باشد.

نکته

ویژگی‌های این روغن در استاندارد ملی ایران تعریف نشده است، لذا در حال حاضر در ایران قابل عرضه نیست.



پس از تولید انواع روغن برای کنترل کیفیت محصول نهایی آزمون‌های مختلفی از جمله اسیدیته و پراکسید صورت می‌پذیرد.

جدول ۲- مقادیر مجاز اسیدیته و پراکسید روغن زیتون

روغن زیتون لامپانت	روغن زیتون بکر معمولی	روغن زیتون بکر درجه یک	روغن زیتون فرا بکر	آزمون
حداقل ۳/۳	۲ تا ۳/۳	۰/۸ تا ۲	حداکثر ۰/۸	اسیدیته
محدودیت ندارد	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	پراکسید

جدول ۳- ابزار و مواد شیمیایی برای تعیین اسیدیته و پراکسید روغن زیتون

مواد و تجهیزات	ابزار	مواد شیمیایی
اسیدیته	بورت، بشر، ارلن	الکل (اتانول) ۵۰ سی سی، فنول فتالین (شناساگر)، سود
پراکسید	ارلن، بورت، پیپت	۳۰ سی سی الکل، کلروفرم (اسید استیک)، پتاسیم یدید اشباع، چسب نشاسته، سدیم تیوسولفات، آب مقطر

### آزمون حسی (ارگانولپتیک) روغن زیتون

صرف نظر از ویژگی‌های عمومی روغن زیتون اعم از درصد اسیدیته، رطوبت و پراکسید، وجود طعم‌های نامطلوب نقش عمده‌ای را در طبقه‌بندی روغن زیتون به‌عهده دارند. به این منظور برای بررسی عوامل مؤثر در ایجاد نقص در روغن زیتون و طبقه‌بندی روغن زیتون با استفاده از آزمون ارزیابی حسی صورت می‌پذیرد.

جدول ۴ - صفات مثبت و منفی روغن زیتون از نظر حسی

صفات مثبت روغن زیتون از نظر حسی	صفات منفی روغن زیتون از نظر حسی
طعم تند و سوزاننده (Pungent)	بوی کپک زدگی (Fusty)
	بوی نا (رطوبت) (Musty-Humid)
طعم تلخی (Bitter)	بوی رسوب لجنی (Muddy-Sediment)
	بوی سرکه (Vinegary)
طعم میوه‌ای (Fruity)	طعم فلزی (Metallic)
	بوی تندی (Rancid)

روغن زیتون بکر دارای خواص تغذیه‌ای و حسی بسیار مناسبی است که به‌منظور بهره‌گیری از این ویژگی‌ها باید این روغن را به سبد مصرف خانوار اضافه کرد. همچنین بهتر است این روغن بدون حرارت‌دهی و به عنوان روغن سالاد مصرف شود و در صورت نیاز عملیات سرخ کردن با دمای ملایم انجام گیرد.

نکته





## آزمون‌های کنترل کیفیت محصول نهایی

### ۱- اندازه‌گیری میزان اسیدیته روغن زیتون

**ابزار و تجهیزات:** بورت، بشر، ارلن، ترازوی دیجیتال، میزکار، ماشین حساب، دستکش، ماسک، کلاه و لباس کار  
**مواد:** روغن زیتون، الکل (اتانول)، فنول فتالئین، سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال  
**روش کار:**

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- ۴ تا ۵ گرم نمونه روغن زیتون را در ارلن بریزید.
- در ارلن جداگانه‌ای ۵۰ میلی لیتر اتانول را که شامل ۰/۵ میلی لیتر شناساگر فنول فتالئین است گرم کنید.
- الکل را با چند قطره سدیم هیدروکسید خنثی کنید.
- الکل خنثی شده را به ارلن محتوی نمونه اضافه کنید و سپس آن را با سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال تا پیدایش رنگ ارغوانی تیترا کنید.
- مقدار حجم مصرفی سدیم هیدروکسید را از روی بورت یادداشت کنید.
- عدد اسیدی را برحسب اولئیک اسید مطابق فرمول زیر اندازه بگیرید.

$$\text{عدد اسیدیته} = \frac{V \times N \times 28 / 2}{m}$$

وزن نمونه : m

حجم محلول مصرفی: V

نرمالیه محلول مصرفی : N

### ۲- اندازه‌گیری میزان پراکسید روغن زیتون

**ابزار و تجهیزات:** ارلن، بورت، پیپت، آب مقطر، ترازوی دیجیتال، میزکار، ماشین حساب، دستکش، لباس کار، ماسک و کلاه

**مواد:** روغن زیتون، محلول کلروفرم و استیک اسید، یدور پتاسیم اشباع، چسب نشاسته، سدیم تیوسولفات

#### روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- ۵ گرم از نمونه را داخل ارلن ریخته وزن کنید.
- ۳۰ میلی لیتر محلول استیک اسید - کلروفرم را با نسبت ۳ به ۲ به آن اضافه کنید.
- ۰/۵ میلی لیتر یدور پتاسیم اشباع به آن بیفزایید و به مدت ۱ دقیقه در تاریکی قرار دهید.
- ارلن را از تاریکی خارج کرده و به آن ۳۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده و سپس چند قطره چسب نشاسته در آن بریزید.
- نمونه را با سدیم تیوسولفات ۰/۱ نرمال تیترا کنید.
- عدد پراکسید را با فرمول زیر محاسبه کنید.

$$\text{عدد پراکسید} = \frac{V \times N \times 1000}{W}$$

V = حجم تیوسولفات

N = نرمالیه سدیم تیوسولفات

W = مقدار گرم نمونه

در زمانی که پراکسید پایین است بهتر است از سدیم تیوسولفات ۰/۰۱ استفاده و در محاسبات اعمال شود.

نکته





## ارزشیابی واحد یادگیری تولید روغن زیتون

<b>شرح کار</b>			
	۱- انتخاب میوه زیتون ۲- کنترل کیفیت ماده اولیه	۳- تعیین درجه رسیدگی زیتون ۴- شست و شو و جداسازی مواد زاید	۵- خرد کردن زیتون ۶- مالش دادن زیتون ۷- دکانتاسیون
			۸- بسته بندی ۹- کنترل کیفیت محصول نهایی
<b>استاندارد عملکرد</b>			
تولید روغن زیتون با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ مطابق استاندارد ۲۰۲۱۲ سازمان ملی استاندارد ایران			
<b>شاخص ها</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ انتخاب میوه زیتون با درجه رسیدگی حدود ۵ براساس شاخص رنگ</li> <li>■ شست و شو و جداسازی ناخالصی ها</li> <li>■ خرد کردن میوه زیتون تا به دست آمدن خمیر یکنواخت</li> <li>■ مالش دادن خمیر به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۳۰ تا ۳۵ درجه سلسیوس</li> <li>■ جداسازی کامل روغن، آب و تفاله با دکانتر</li> <li>■ جداسازی آب اضافی روغن با سپراتور</li> <li>■ جداسازی لرد از روغن با کلاریفایر</li> <li>■ بسته بندی روغن زیتون در شیشه های تیره رنگ</li> <li>■ انجام آزمون های کنترل کیفیت محصول نهایی مطابق استاندارد</li> </ul>			
<b>شرایط انجام کار</b>			
مکان: کارگاه			
زمان: ۶ ساعت			
تجهیزات: خردکن، مالاکسور، دکانتر، سپراتور، کلاریفایر، دستگاه بسته بندی			
ابزار: ترازو، باسکول، لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی، ابزارآلات آزمایشگاهی			
مواد: میوه زیتون، مواد بسته بندی			
<b>معیار شایستگی</b>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تهیه مواد اولیه	۱	
۲	تمیز کردن	۱	
۳	خرد کردن	۱	
۴	مالش دادن	۲	
۵	دکانتاسیون	۱	
۶	بسته بندی	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: درست کاری و کسب حلال (NV۳) سطح ۱ استفاده از لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی دفع بهداشتی پساب توجه به سلامت مصرف کنندگان		۲
<b>میانگین نمرات</b>			
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.			





## پودمان ۲

# روغن کشی از دانه‌های روغنی با پرس



باتوجه به بالارفتن سطح آگاهی مردم در مورد اثرات نامطلوب ناشی از باقی‌مانده حلال‌های مورد استفاده در استخراج روغن بر سلامتی انسان و بر طبیعت، علاقه‌مندی برای استخراج روغن با روش‌هایی که سازگاری بیشتری با محیط‌زیست دارند رو به افزایش است. در این مورد استفاده از پرس‌های سرد و گرم بسیار مورد توجه هستند. پرس‌های سرد تنها با استفاده از فشار و بدون استفاده از حرارت و پرس‌های گرم با استفاده از حرارت و فشار، روغن را استخراج می‌کنند. این روغن‌ها از نظر تغذیه‌ای ارزشمندتر از روغن‌های استخراج شده با حلال هستند.

## واحد یادگیری ۲

### استخراج روغن با پرس

دانه‌های روغنی عموماً توسط گیاهان بوته‌ای یک‌ساله تولید می‌شوند. روغن در این دانه‌ها به‌عنوان ماده غذایی برای جوانه در هنگام رشد، ذخیره می‌شود. این روغن طی مکانیسم روغن‌کشی، استخراج می‌شود. استخراج روغن از دانه روغنی به روش مکانیکی (پرس) شامل مرحله انتخاب دانه، انتقال و ذخیره، بوجاری، پرک کردن، پرس کردن و صاف کردن روغن حاصل تقریباً در تمامی دانه‌ها کاربرد دارد اما در هنگام استخراج روغن از دانه بسته به نوع دانه و یا نوع مصرف، تعدادی از مراحل فوق را انتخاب و یا حذف می‌نمایند. برای مثال در روش پرس سرد، استخراج روغن بدون افزایش دما انجام می‌شود (یعنی مرحله پختن حذف می‌شود) که به آن پرس سرد می‌گویند.

برای استخراج بیشتر روغن از روش پرس گرم استفاده می‌شود. برای دانه‌هایی که پوست آنها برای کنجاله باقی‌مانده (مواد جامدی که پس از روغن‌گیری دانه از پرس خارج می‌شود) نامناسب بوده و کاربردی ندارد، مثل دانه آفتاب‌گردان، پوست‌گیری نیز انجام می‌شود.

در این واحد یادگیری، استخراج روغن با پرس در شش مرحله کاری بیان شده است.

### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری، هنرجویان قادر به انجام استخراج روغن از دانه‌های روغنی به روش مکانیکی (پرس) مطابق استاندارد ۱۳۳۹۲ سازمان ملی استاندارد ایران خواهند بود.



مراحل استخراج روغن از دانه روغنی به روش مکانیکی (پرس)

## ۱- مرحله تهیه مواد اولیه

چربی‌ها و روغن‌ها از اجزای مهم غذا هستند و بخشی از انرژی موردنیاز فعالیت‌های روزانه ما را تأمین می‌کنند. همچنین روغن‌های خوراکی تأمین‌کننده ویتامین‌های محلول در چربی و نیز اسیدهای چرب ضروری بدن ما هستند. روغن‌ها موجب بهبود بافت موادغذایی تولیدی نظیر نان و مواد سرخ شده می‌شوند. برخی از روغن‌ها به دلیل خواص درمانی مؤثر در طب سنتی جایگاه خاصی را دارا هستند. منابع روغنی به دو بخش نباتی (گیاهی) و حیوانی تقسیم می‌شوند. منابع روغنی گیاهی خود شامل میوه‌های روغنی (پالم، زیتون و نارگیل) و دانه‌های روغنی (سویا، کلزا، آفتاب‌گردان و ...) هستند.

در مورد میزان کالری دریافتی به ازای مصرف هر یک از مواد مغذی بحث کنید.

بحث کلاسی



دانه‌های روغنی علاوه بر تأمین روغن، منبع مهمی از پروتئین گیاهی محسوب می‌شوند.

نکته

مهم‌ترین کاربرد پروتئین‌های گیاهی مانند پروتئین کنجاله سویا و یا کلزا در تغذیه دام است.



در جدول زیر برخی از مهم‌ترین و پرکاربردترین دانه‌های روغنی معرفی شده‌اند.

نام دانه	تصویر گیاه	تصویر دانه
<p><b>۱ سویا:</b> سویا مهم‌ترین دانه روغنی است که در جهان تولید می‌شود معمولاً دارای حدود ۲۰ درصد روغن است و پروتئین بالا (حدود ۴۰ درصد) دارد. به همین دلیل روغن آن در مصرف خوراک انسان سهم زیاد و کنجاله آن در خوراک دام نقش مهمی دارد. دانه سویای رسیده بیضی شکل است و رنگ زرد روشنی دارد.</p>		
<p><b>۲ آفتاب‌گردان:</b> آفتاب‌گردان از قدیمی‌ترین گیاهان روغنی است. این دانه دارای دو نوع آجیلی و روغنی است. نوع آجیلی به رنگ سفید یا دارای خطوط سفید بوده و درشت است و نوع روغنی سیاه‌رنگ و کوچک بوده و مغز آن دارای بیش از ۵۰ درصد روغن و حدود ۳۵ درصد پروتئین است.</p>		
<p><b>۳ کلزا:</b> کلزا دانه‌ای از تیره گیاه شلغم روغنی است. روغن استحصالی از شلغم روغنی در ابتدا به علت وجود اروسیک اسید خوراکی نبود. ولی پس از اصلاح ژنتیک نام گیاه به کانولا تغییر یافت و امروزه یکی از مهم‌ترین منابع تأمین روغن خوراکی است. این دانه نزدیک به ۴۰ درصد روغن و کنجاله آن نیز ۴۰ درصد پروتئین دارد. شکل آن کروی و سیاه‌رنگ است.</p>		

		<p><b>۴ کنجد:</b> کنجد یکی از قدیمی‌ترین محصولات کشاورزی در نواحی استوایی است. دانه‌های کنجد کوچک، مسطح و بیضی شکل هستند و به رنگ‌های سفید، مشکی و قهوه‌ای و یا ترکیبی از آنها یافت می‌شوند. پوسته دانه بسیار نازک است و به راحتی شکافته شده و دانه دارای حدود ۵۰ درصد روغن و حدود ۴۰ درصد پروتئین است.</p>
		<p><b>۵ ذرت:</b> ذرت گیاهی است که در نواحی گرمسیری و در بهار کشت می‌شود. در صنایع غذایی به‌عنوان ماده اولیه کاربرد بسیار دارد و از بخش‌های مختلف گیاه استفاده می‌شود. تقریباً ۹۵ درصد وزن دانه را آرد (نشاسته) تشکیل می‌دهد و ۵ درصد آن جوانه و پوسته است. جوانه‌های ذرت حاوی ۴۵ تا ۵۰ درصد روغن هستند. عملیات روغن‌کشی از این جوانه‌ها پس از جدا کردن آنها انجام می‌گیرد.</p>
		<p><b>۶ تخم پنبه:</b> پنبه از قدیمی‌ترین گیاهان کشت شده توسط انسان است. این گیاه دارای دانه‌هایی بیضی شکل با پوست محکم و به رنگ سیاه یا قهوه‌ای تیره است. پوست آن به‌طور محکم مغز را فرا گرفته و مغز حدود ۳۰ درصد روغن و ۳۰ درصد پروتئین دارد.</p>
		<p><b>۷ بادام زمینی:</b> دانه بادام زمینی دارای حدود ۵۰ درصد روغن است. مغز آن کرم‌رنگ بوده و حالت کشیده بیضی دارد. روغن آن نسبت به حرارت مقاوم‌تر از روغن سویا و کلزا است.</p>
		<p><b>۸ گلرنگ:</b> کاشت گیاه گلرنگ قدمت زیادی دارد. از گل‌های خشک شده آن برای تولید رنگ‌های خوراکی استفاده می‌شود و رنگی مشابه زعفران ایجاد می‌کند. دانه گلرنگ دقیقاً به شکل دانه آفتابگردان روغنی اما با رنگ کرم تا سفید است. پوسته سختی دارد و مغز آن حدود ۴۵ درصد روغن دارد. روغن آن نیز از نظر خواص بسیار مشابه آفتابگردان است.</p>
		<p><b>۹ بزرک یا بذر کتان:</b> این گیاه در مناطق سردسیر بیشتر رشد می‌کند و دانه آن به شکل دانه کنجد اما کمی درشت‌تر است. به رنگ‌های قهوه‌ای روشن تا تیره دیده می‌شود. روغن حدود ۴۰ درصد وزن دانه را تشکیل داده و دارای مقدار بسیار زیادی اسید چرب امگا-۳ است. همچنین جزء روغن‌های زود خشک شونده بوده و در صنعت رنگ‌سازی کاربرد زیادی دارد.</p>

## ویژگی دانه‌های روغنی

تکثیر و تولیدمثل بیشتر گیاهان به‌عهدۀ دانه است. چربی ذخیره شده در هر دانۀ روغنی، ماده‌ی غذایی است که گیاهک (جوانه) تا مرحله تولید ریشه به آن نیاز دارد. دانه‌های روغنی دارای خصوصیتی مشابه بقیۀ دانه‌ها در گیاهان مختلف هستند و اختلاف آنها تنها در نوع ماده‌ی ذخیره شده است. در برخی دانه‌ها ماده‌ی ذخیره شده غالب، نشاسته است. اما در دانه‌های روغنی، چربی است. مهم‌ترین ویژگی‌های دانه‌های روغنی عبارت‌اند از:

– **شکل ظاهری:** وضعیت ظاهری دانه از ویژگی‌های مهم و مؤثر بر کیفیت دانه است. دانۀ سالم باید دارای ظاهری کاملاً بدون نقص باشد.

نواقصی نظیر آفت‌زدگی، کپک‌زدگی، پوسیدگی، سوختگی، شکستگی، چروکیدگی و لپه‌شدگی از جمله نشانه‌هایی است که نسبت به دانۀ مشابه و سالم تغییر ظاهری را در دانه‌ها ایجاد می‌کند. این مشخصات از نواقص دانه بوده و موجب افت کیفی و کمی دانه و یا روغن استخراج شده از آن می‌شوند.

– **میزان ناخالصی:** هنگام برداشت دانه در مزرعه، ممکن است ناخالصی‌هایی مانند خار و خاشاک، سنگ، خاک و سایر دانه‌ها با دانه روغن اصلی مخلوط شوند، که این ناخالصی‌ها از عوامل ناخواسته دانه هستند. پس از برداشت در حین نگهداری و حمل نیز ممکن است ناخالصی‌هایی مانند قطعات فلزی به دانه وارد شوند که در صورت باقی ماندن در آن به تجهیزات روغن‌کشی آسیب وارد می‌کنند.

– **درصد رطوبت:** رطوبت اضافه در دانه می‌تواند موجب آسیب‌رسیدن به دانه و تشدید تنفس در مرحله‌ی انبارش شود. لذا تعیین میزان رطوبت دانه بسیار اهمیت دارد.

– **اسیدیتۀ روغن دانه:** در طول زمان نگهداری و بسته به شرایط انبار (رطوبت، نور و دمای محیط) اسیدیتۀ آزاد دانه روغنی افزایش می‌یابد. افزایش اسیدیتۀ در روغن موجب نامطلوب شدن طعم دانه و روغن استخراج شده از آن می‌شود. برداشت به‌موقع و نگهداری در محل مناسب مانع از افزایش اسیدیتۀ روغن خواهد بود.

پرسش



اسیدیتۀ آزاد روغن نشانگر چیست و چه عواملی سبب افزایش آن می‌شوند؟

– **درصد روغن دانه:** درصد مقدار روغن قابل استخراج از دانه‌ها عامل مهمی برای ارزش‌گذاری آنها است. هر چه مقدار روغن قابل استخراج از دانه بیشتر باشد ارزش اقتصادی آن دانه نسبت به دانۀ مشابه خود بیشتر خواهد بود. رقم دانه، کیفیت زمین محل کاشت، نحوه‌ی آبیاری، مراحل داشت، زمان و نحوه‌ی برداشت در کیفیت دانه بسیار مؤثر هستند.

نکته



برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول «روغن‌های گیاهی: مقدار روغن و حوزه‌های تولید» کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.



## انتخاب دانه روغنی

دانه کنجد احتمالاً قدیمی‌ترین دانه روغنی است که توسط بشر شناخته شده و از آن به‌عنوان منبع غذایی استفاده شده است. زراعت آن یک‌ساله و کشت آن بیشتر در کشورهای آسیایی و آفریقایی انجام می‌شود. انواع این دانه دارای ۴۲ تا ۵۴ درصد روغن و ۲۲ تا ۲۵ درصد پروتئین بوده و به همین دلیل از نظر خوراکی جزء دانه‌های با کیفیت عالی طبقه‌بندی می‌شود. دانه کنجد در جهان تقریباً حدود دو و نیم میلیون تن تولید می‌شود. مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده این نوع دانه هندوستان، چین و میانمار هستند. کنجد دارای انواع سفید، سیاه و قهوه‌ای است. کنجد سفید عمدتاً برای مصارف خانوایی و قنادی ترجیح داده می‌شود و انواع دیگر معمولاً در صنعت روغن‌کشی کاربرد دارند. روغن استخراج شده از این نوع دانه‌ها از نظر محتوا تقریباً مشابه بوده و فقط ممکن است اختلاف جزئی در درصد و ترکیب روغن استحصالی از هر یک وجود داشته باشد. عموماً گونه‌های تیره‌تر دارای درصد روغن بیشتر نسبت به گونه‌های روشن هستند.



شکل ۱- انواع کنجد

- ۱ چند نوع دانه روغنی که در منطقه شما کاشته می‌شوند را می‌شناسید؟ آنها را نام ببرید.
- ۲ دانه کنجد، دانه کلزا و دانه آفتاب‌گردان معمولاً در همه استان‌های کشور ما کاشته می‌شوند. آیا می‌دانید خصوصیات ظاهری هر یک چیست؟

پرسش



## شرایط انتقال دانه‌های روغنی

انتقال دانه از مزرعه به انبار با روش‌های مختلفی انجام می‌شود. دانه‌هایی نظیر سویا، آفتاب‌گردان، گلرنگ و کلزا که دارای ارزش اقتصادی کمتری هستند، معمولاً به‌صورت فله و فاقد بسته‌بندی خاصی به انبار منتقل می‌شوند. هنگام حمل دانه به‌صورت فله باید شرایط زیر رعایت شود:

- وسیله نقلیه حمل‌کننده دانه باید دارای دیواره و کف سالم باشد تا دانه را تا رسیدن به مقصد حفظ نماید.
- کامیون پر و خالی توزین شود تا از اختلاف آنها وزن محموله محاسبه شود.
- وسایل حمل‌کننده دارای چادر غیرقابل نفوذ به باران باشند تا در هنگام حمل رطوبت دانه افزایش نیابد. دانه‌هایی مانند کنجد، سیاه‌دانه، شاه‌دانه و ... که دارای ارزش اقتصادی بالاتری هستند عموماً به‌صورت بسته‌بندی در کیسه به انبار منتقل می‌شوند. روی هر کیسه باید مشخصات تولیدکننده و تاریخ تولید دانه قید شود.
- هر چند شرایط انتقال ممکن است در دانه‌ها با هم فرق کند اما شرایط نگهداری آنها شباهت‌های زیادی دارند. دانه‌ها برای نگهداری باید دارای شرایط کیفی اولیه باشند. چون دانه در شرایط مناسب رطوبت و دما می‌تواند جوانه بزند و فرایند جوانه‌زدن همراه با تولید گرما است و ممکن است حتی دما آنقدر بالا رود که باعث ایجاد سوختگی در انبار شود. لذا باید با کاهش و حذف دو عامل رطوبت و دما از این خطر پیشگیری شود. اگر دانه‌ها روی گیاه دارای رطوبت بالای ۱۴ درصد باشند، پس از جداسدن از گیاه برای نگهداری باید رطوبت آنها کاهش یابد.

## شرایط ذخیره‌سازی دانه‌های روغنی

در بدو ورود دانه‌ها به انبار برای تعیین ویژگی‌های کیفی از آنها نمونه‌برداری انجام می‌شود. مهم‌ترین موارد کنترل کیفی دانه تعیین درصد رطوبت و میزان ناخالصی آن است. در صورتی که این موارد بیش از حد مجاز باشند باید به طریقی مقدار آنها را کاهش داد. بدین منظور دانه را خشک و بوجاری می‌کنند. رطوبت مناسب برای نگهداری بعضی از انواع دانه‌ها براساس منطقه نگهداری در جدول زیر نوشته شده است:

جدول ۱- درصد رطوبت برای نگهداری دانه‌های روغنی در شرایط آب‌وهوایی مختلف

درصد رطوبت مناسب برای انبارش	شرایط آب و هوایی	نوع دانه روغنی
۱۰ تا ۱۲	گرم و خشک	سویا
کمتر از ۱۲	گرم و مرطوب	
۱۰ تا ۱۲	گرم و خشک	کلزا
کمتر از ۱۰	گرم و مرطوب	
۸ تا ۱۰	گرم و خشک	آفتاب‌گردان
کمتر از ۸	گرم و مرطوب	
۸ تا ۱۰	گرم و خشک	گلرنگ
کمتر از ۸	گرم و مرطوب	
۶ تا ۸	گرم و خشک	کنجد و سیاه‌دانه
کمتر از ۶	گرم و مرطوب	

ناخالصی در دانه شامل باقی‌مانده شاخ و برگ گیاه، سنگ و ماسه (که در هنگام برداشت با دانه همراه می‌شوند) و قطعات فلزی است که از تجهیزات کشاورزی وارد دانه می‌شوند. قطعات فلزی، سنگ و ساقه‌های بزرگ و محکم، علاوه بر ایجاد مزاحمت در موقع حمل‌ونقل، در هنگام روغن‌کشی نیز به تجهیزات آسیب می‌رسانند و عمل روغن‌کشی را سخت می‌کنند. وجود برگ و ماسه در صورت راه‌یابی به روغن، موجب تغییر رنگ روغن استحصالی شده، به کیفیت ظاهری روغن آسیب می‌رساند و فرایند تصفیه را به سختی و با هزینه بیشتر روبه‌رو خواهد کرد. دانه‌های روغنی معمولاً در هنگام برداشت حدود ۱۴ درصد رطوبت دارند. این دانه‌ها همانند غلات، میوه و سبزی‌ها پس از برداشت زنده هستند و تنفس می‌کنند. در نتیجه این تنفس گرما و رطوبت ایجاد می‌شود. در چنین مواقعی معمولاً دمای محل نگهداری (انبار و سیلو) افزایش می‌یابد و گاهی ممکن است موجب آتش‌سوزی شود. به همین علت کنترل دو عامل دما و رطوبت در هنگام نگهداری نقش مهمی در حفظ کیفیت دانه‌های روغنی در سیلوها دارد.

مقدار ناخالصی‌ها هنگام انبارش نباید از ۲ درصد بیشتر باشد. افزایش ناخالصی بیش از این مقدار باعث کاهش مقدار روغن تولیدی و تغییر طعم و رنگ دانه می‌شود.

نکته



## اصول کنترل کیفیت ماده اولیه

مهم‌ترین خصوصیات کیفی دانه که با ابزارهای ساده قابل اندازه‌گیری و تشخیص هستند، درصد رطوبت و میزان ناخالصی است. بالابودن درصد رطوبت باعث تشدید واکنش‌های آنزیمی دانه می‌شود. از جمله این واکنش‌ها لیپولیز است که سبب افزایش اسیدیته آزاد روغن می‌شود. از سوی دیگر افزایش درصد رطوبت سبب واکنش‌های تنفسی دانه هم می‌شود که این امر باعث افزایش دمای سیلوی نگهداری خواهد شد. در این حالت پدیده‌ای به نام خودگرمایی مرطوب در سیلو بروز می‌کند. به این ترتیب، اگر بخشی از محموله دانه‌های روغنی رطوبت بالایی داشته باشد، تنفس بالاتری خواهد داشت که در نتیجه دما و رطوبت سیلو بالا می‌رود این افزایش دما و رطوبت باعث تشدید تنفس لایه‌های دیگر می‌شود و در نهایت دمای توده سیلو بسیار افزایش خواهد یافت.

تحقیق کنید



در مورد پدیده خودگرمایی خشک تحقیق کنید.

بالابودن ناخالصی‌ها نیز اثرات نامطلوبی در مرحله سیلوگذاری خواهد داشت به این ترتیب که ناخالصی‌ها با قرار گرفتن بین دانه‌های روغنی باعث کاهش راندمان هوادهی شده و این امر خود باعث افزایش دمای توده سیلو می‌شود.

هرگاه دانه در دمای ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار گیرد آب موجود در دانه تبخیر شده و اصطلاحاً خشک می‌شود. این اساس کار اندازه‌گیری رطوبت در دانه است و نیز ناخالصی‌های موجود در دانه به خوبی از دانه سالم قابل تشخیص بوده و کافی است آنها را از دانه جدا کرده و مقدار آن را اندازه‌گیری کرد.

فعالیت  
آزمایشگاهی



### آزمون کنترل کیفیت ماده اولیه

الف) اندازه‌گیری درصد ناخالصی دانه روغنی

ابزار و تجهیزات: ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم، ظرف رطوبت‌گیری، پنس، آون، آسیاب خانگی، الک آزمایشگاهی،

دسیکاتور، لباس کار، دستکش، کلاه و ماسک

مواد: دانه روغنی (کنجد، کلزا یا آفتاب‌گردان)

روش کار:

- هنجرویان را به چند گروه تقسیم کنید.

- حدود ۱۰۰ گرم از دانه روغنی را وزن کرده و یادداشت کنید. ( $W_1$ )

- نمونه توزین شده را در الکی که دارای سوراخ‌های ریزتر از دانه باشد تخلیه نمایید.

- الک را به آهستگی در جهت چپ و راست حرکت دهید تا ناخالصی‌های موجود در دانه شامل سنگ، خاک و باقی‌مانده گیاهی (برگ و ساقه) از آن جدا شود.

- ناخالصی‌های درشت را که از الک عبور نمی‌کنند با کمک پنس و یا با دست از دانه جدا کنید.

- دانه خالص را مجدداً با دقت توزین نموده و وزن را یادداشت کنید. ( $W_2$ )

- با استفاده از فرمول زیر درصد ناخالصی دانه را محاسبه کنید.

$$\text{درصد ناخالصی} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

ب) اندازه‌گیری درصد رطوبت دانه روغنی

روش کار:

- هنجرویان را به چند گروه تقسیم کنید.

- آون را روشن کرده و دمای آن را بين  $103 \pm 2$  درجه سلسيوس تنظيم كنيد.  
 - 10 گرم از دانه تميز شده را در آسياب ريخته و آسياب را روشن كنيد تا كاملاً به صورت يكنواخت خرد شود.

- حدود 5 گرم از دانه آسياب شده را در ظرف رطوبت گيري وزن كنيد. ( $W_1$ )
- وزن ظرف و نمونه را اندازه گيري كنيد. ( $W_2$ )
- ظرف حاوي نمونه را تا رسيدن به وزن ثابت در آون قرار دهيد.
- وزن نهايي به دست آمده را يادداشت كنيد. ( $W_3$ )
- با استفاده از فرمول زير درصد رطوبت دانه را محاسبه كنيد.

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{W_2 - W_3}{W_1} \times 100$$

برای خرد کردن می توانید از هاون به جای آسیاب استفاده کنید و در این صورت از گرم شدن زیاد دانه اجتناب کنید.

نکته



## ۲- مرحله بوجاری و پوست گیری

### اصول بوجاری و پوست گیری

دانه های روغنی پس از برداشت از بوته جدا می شوند. در این مرحله مقداری ناخالصی نظیر باقی مانده گیاهی (شاخ و برگ) و نیز خاک، سنگ و احتمالاً قطعات فلزی به همراه دانه است که باید از آن جدا شوند. به این عملیات جداسازی، بوجاری گفته می شود. دستگاه بوجاری در حقیقت یک صفحه الک دارای سوراخ های بسیار است و اندازه سوراخ بسته به اندازه دانه ای که وارد این دستگاه می شود، می تواند متفاوت باشد. بوجاری می تواند چند مرحله ای باشد. برای جدا کردن سنگ و شن، دانه های غیر روغنی (دانه علف های هرز) و گیاهان دیگر، از الک های دارای سوراخ ریزتر از اندازه دانه استفاده می شود. برای جدا کردن خار و خاشاک (اجزای دیگر گیاهان نظیر ساقه و برگ) که همراه دانه هستند از الک های دارای سوراخ درشت تر استفاده می شود.



دستگاه بوجاری دوار



دستگاه بوجاری مسطح دو طبقه

شکل ۲- انواع دستگاه بوجاری

پودمان دوم: روغن کشی از دانه‌های روغنی با پرس

پوست‌گیری در مورد دانه‌هایی انجام می‌شود که پوست آنها به راحتی قابل جداسازی باشد و نیز در فرایند روغن کشی مزاحمت ایجاد کند. (مثل دانه آفتاب گردان یا بادام زمینی) مکانیسم پوست‌گیری، عملی سایشی است و معمولاً برای این کار دانه را وارد یک غلتک دوار که جدار آن را توری پوشانده و به سرعت در حال دوران است، می‌کنند. پوسته دانه بر اثر سایش و برخورد با جداره، شکسته شده و از مغز جدا می‌شود. یک جریان هوای مکنده پوست را که دارای وزن حجمی کمتری است از مغز به راحتی جدا می‌کند.



شکل ۳- دستگاه بوجاری

### بوجاری و پوست‌گیری

ابزار و تجهیزات: هاون چینی یا فلزی، سینی، الک با مش‌های مختلف، پنس، دستکش، ماسک، لباس کار و کلاه

مواد: دانه روغنی (آفتاب گردان یا بادام زمینی)

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- ۵۰۰ گرم دانه روغنی را به دقت توزین کنید.
- محتوی وزن شده را در الک مناسب دانه ریخته و با تکان دادن به مدت ۵ دقیقه تمام ناخالصی را از دانه جدا کنید.
- توجه: ممکن است ناخالصی جدا شده محتوی مقداری دانه ریز باشد لذا دانه‌های ریز را با پنس برداشته و دوباره روی دانه بریزید و همچنین ممکن است دانه باقی مانده روی الک محتوی ناخالصی‌های درشت باشد که از الک عبور نکرده و در دانه باقی مانده باشد. لذا با کمک پنس این ناخالصی‌ها را از دانه جدا کنید.
- دانه خالص شده را در هاون ریخته و با ضربات ملایم دسته هاون پوست آنها را بشکنید.
- این عمل را تا شکستن همه پوسته‌ها ادامه دهید.
- محتوی هاون را روی الک دوم ریخته و حدود ۵ دقیقه الک را به طرفین تکان دهید. مغز از پوسته جدا می‌شود.
- توجه: اگر در مغز جدا شده، مقداری پوسته بود و یا در پوسته جدا شده، مقداری مغز درسته یا خرد شده بود با کمک پنس جدا کنید.

فعالیت  
کارگاهی



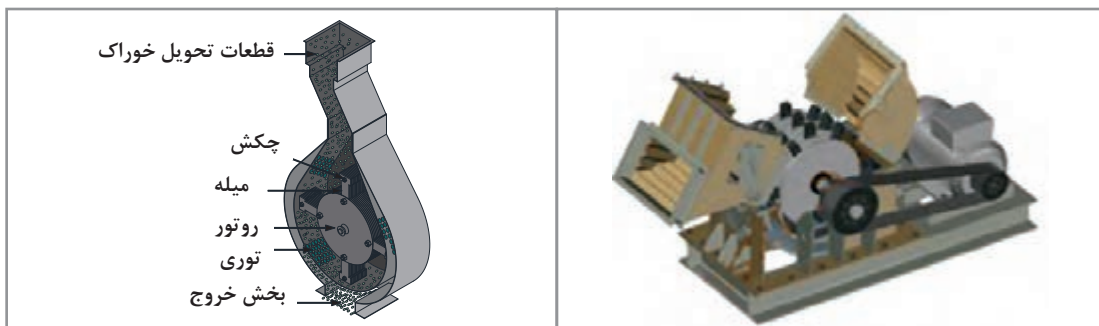
## ۳- مرحلهٔ پرک کردن

### اصول پرک کردن

برای تسهیل استخراج روغن، دانهٔ روغنی پوست‌گیری شده را ابتدا به صورت پرک در می‌آورند و بدین ترتیب ضخامت دانه را برای استخراج کاهش می‌دهند. این کار در صنعت توسط دستگاهی به نام آسیاب انجام می‌شود که بر دو نوع است:

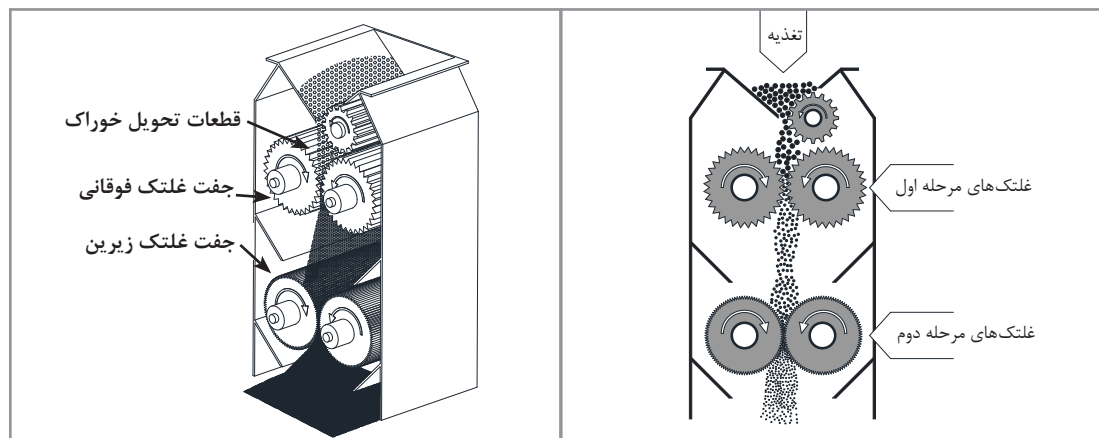
۱ آسیاب چکشی: این وسیله محفظه‌ای است که در مرکز، دارای یک محور متحرک بوده و مجهز به صفحاتی از جنس آهن است که به همراه محور می‌چرخند. یک الکتروموتور محور را چرخانده و به دانه ضربه زده و آن را خرد می‌کند. (شکل ۴)

۲ آسیاب غلتکی: دارای محفظه‌ای است که در آن دو یا سه غلتک متحرک قرار دارد. غلتک‌ها بسیار نزدیک به هم و قابل تنظیم بوده و در خلاف جهت یکدیگر می‌چرخند. دانه‌ها از بین غلتک‌ها عبور کرده و تحت فشار غلتک قرار گرفته و خرد یا لهیده می‌شوند. (شکل ۵)



شکل ۴- تصویر شماتیک آسیاب چکشی

عملکرد آسیاب غلتکی بسیار شباهت به فلیکر در روش استخراج با حلال دارد. با این تفاوت که برای پرک کردن در روش حلال باید دانه ابتدا در محفظهٔ (مخزن) پخت گرم و پخته شود تا قطعه قطعه نشده و به شکل پرک درآید. اما در روش استخراج مکانیکی پخت صورت نگرفته و قطعه‌قطعه شدن و خرد شدن اهمیتی ندارد.



شکل ۵- تصویر شماتیک آسیاب غلتکی



### پرک کردن

ابزار و تجهیزات: تخته آشپزی، وردنه، هاون، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

مواد: دانه روغنی

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- یک نوع دانه روغنی را انتخاب کنید.
- اگر دانه سخت بود (مانند سویا و گلرنگ)، در هاون بریزید. به شدت به دانه ضربه بزنید و این کار را تا خرد شدن دانه ادامه دهید.
- اگر دانه از نوع سخت نبود (مانند کنجد، مغز آفتاب گردان و یا مغز بادام زمینی و ...)، دانه را روی تخته آشپزی ریخته و با فشار وردنه را چند بار از روی آن عبور داده و این کار را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً به شکل پرک درآید.
- دانه‌های خرد شده را در بین انگشتان لمس کنید. دانه زنده و کامل در آن وجود نداشته باشد.

## ۴- مرحله پختن

هدف از پختن دانه این است که قطرات روغن موجود در بافت دانه از آن راحت تر و بیشتر جدا شوند. به همین دلیل با پختن دانه بازده عملیات روغن کشی افزایش یافته و باقی مانده روغن در کنجاله خروجی کمتر خواهد بود. پختن دانه‌های روغنی همچنین باعث کاهش ویسکوزیته روغن و تسهیل استخراج آن، غیرفعال شدن آنزیم لیپاز و ترکیبات ضد تغذیه‌ای یا سمی احتمالی موجود در دانه و افزایش نفوذپذیری دیواره سلولی می‌شود.

### اصول پخت دانه‌های روغنی

استخراج روغن با پرس، به دو روش گرم و سرد انجام می‌شود. پخت دانه فقط در روش پرس گرم انجام می‌شود. در روش سرد نیازی به پختن دانه نیست و باید دمای دانه در طول فرایند استخراج کمتر از ۴۵ درجه سلسیوس باشد. در طول زمان پخت در روش پرس گرم، دانه را به دو صورت غیرمستقیم و مستقیم حرارت می‌دهند.

حرارت غیرمستقیم برای افزایش رطوبت دانه و آسان تر جدا شدن روغن از بافت دانه و حرارت مستقیم برای گرم کردن دانه و کاهش رطوبت آن استفاده می‌شود. این عمل در دستگاهی به نام مخزن پخت (cooker) انجام



می‌شود که دارای طبقات مختلفی است و هر طبقه دارای دریچه‌های متحرک است. روی دریچه یک اهرم با وزنه متحرک وجود دارد و میزان گنجایش طبقه را براساس محل قرار گرفتن وزنه تنظیم می‌کنند و در طبقات بالایی با بخار مستقیم به دانه رطوبت داده و در طبقات پایین تر با حرارت غیرمستقیم دانه را هم پخته و هم رطوبت آن را برای استخراج روغن، آماده می‌کنند.

(شکل ۶)

دمای پخت برای دانه‌های مختلف متفاوت است. برخی از دانه‌ها و روغن‌های استحصالی از آنها دارای مقاومت بیشتری در مقابل دما بوده و می‌توان دمای پختن را افزایش داد، بنابراین استخراج روغن آسان‌تر خواهد بود. اما برخی از دانه‌ها و روغن آنها دارای مقاومت پایینی در مقابل دما بوده و نمی‌توان دما را بالا برد، زیرا روغن استخراج شده آسیب دیده و کیفیت آن کاهش خواهد یافت. عموماً روغن‌هایی نظیر سبوس برنج و کنجد را در دماهای بالاتر بین ۸۰ تا ۱۰۰ درجه سلسیوس و روغن‌های سویا، ذرت و آفتاب‌گردان را در دمای ۶۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس پخت و استخراج می‌کنند.

رطوبت در هنگام ورود ماده جامد به دستگاه پرس (خروجی کوکر) باید حدود ۵ تا ۷ درصد باشد. زیرا رطوبت بیشتر مانع از خروج روغن از دانه خواهد شد.

دما و زمان توقف در کوکر برای هر دانه با دانه دیگر متفاوت است اما به‌طور میانگین دمای پخت ۷۵ تا ۱۰۰ درجه سلسیوس و توقف دانه ۲۰ تا ۴۰ دقیقه است. دستگاه کوکر را معمولاً در ارتفاع و بالای دستگاه پرس قرار می‌دهند تا دانه، بلافاصله پس از خروج وارد دستگاه پرس شود. رطوبت دانه پخته شده در هنگام خروج از کوکر باید بین ۵ تا ۷ درصد باشد. این مسئله در استخراج مناسب روغن از دانه اهمیت دارد.

فعالیت  
آزمایشگاهی



### پخت دانه‌های روغنی

**ابزار و تجهیزات:** ارلن درب‌دار با لوله خروجی بخار، بشر، هیتر، فویل آلومینیومی، لباس کار، کلاه، دستکش و ماسک

**مواد:** دانه آسیاب شده یا پرک شده، آب مقطر

### روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- مقداری دانه آسیاب شده را در بشر بریزید.
- در بشر را با فویل آلومینیومی ببندید.
- روی آن یک منفذ برای عبور لوله پلاستیکی ایجاد کنید.
- در یک ارلن یک لیتری به مقدار دو سوم حجم آن آب مقطر ریخته در آن را ببندید.
- ارلن را روی هیتر گذاشته و هیتر را روشن کنید تا آب آن به جوش آید.
- بخار حاصل از جوشیدن آب را توسط یک لوله پلاستیکی به بشر محتوی دانه منتقل کنید تا دانه‌ها کاملاً خیس و گرم شوند. این کار را به مدت ۲۰ دقیقه ادامه دهید.
- ارلن را از روی هیتر بردارید.
- بشر حاوی دانه پخته شده را روی هیتر قرار دهید تا گرم شده و رطوبت آن کم شود.

## ۵- مرحله پرس کردن



شکل ۷- محور حلزونی (ماردون)

### اصول استخراج روغن با پرس

استخراج روغن از دانه‌های روغنی با روش پرس، با وارد کردن فشار مکانیکی به دانه صورت می‌گیرد. پرس کردن دانه براساس دمای روغن هنگام روغن‌کشی به دو روش گرم و سرد انجام می‌شود.

اساس هر دو روش سرد و گرم اعمال فشار در دستگاه بوده و این فشار معمولاً توسط یک محور حلزونی شکل (ماردون) که در داخل یک استوانه ثابت در حال گردش است به وجود می‌آید. (شکل ۷)





شکل ۸- دستگاه پرس سرد

محور حلزونی، دانه‌ها را به جلو می‌راند. هر چه به خروجی نزدیک‌تر می‌شود قطر ماردون آن کمتر شده و یا قطر استوانه ثابت و قطر محور مرکزی بیشتر می‌شود و محتوی پرس در حال جلو رفتن با مقاومت روبه‌رو شده و تحت فشار قرار می‌گیرد. به دلیل بالا رفتن فشار جزء مایع (روغن) موجود در دانه از جزء جامد جدا می‌شود.

اختلاف دو روش گرم و سرد براساس تغییرات دما در هنگام عملیات روغن‌کشی و کاربردهای روغن استخراج شده است.

**پرس سرد (Cold Press) :** روشی است که در طول استخراج، دمای روغن و دانه هم‌دما با محیط بوده و از حدود ۵۰ درجه سلسیوس بیشتر نمی‌شود. به همین دلیل روغن کمتری از دانه خارج می‌شود و معمولاً باقی‌مانده روغن در تفاله خروجی از پرس بین ۱۵ تا ۲۰ درصد خواهد بود.

**پرس گرم (Hot Press) :** در این روش دمای دستگاه و مراحل آماده‌سازی، بسته به نوع دانه به منظور استخراج بیشتر روغن از دانه تا حدود ۷۰ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد. روغن باقی‌مانده در تفاله خروجی از این دستگاه کمتر از ۱۰ درصد است. معمولاً روی دستگاه چندین محل برای گردش آب و بخار وجود دارد تا دمای استخراج توسط آنها تنظیم شود. دمای فرایند برای هر نوع دانه بستگی به تحمل حرارتی آن متفاوت و بین ۶۰ تا ۱۰۰ درجه سلسیوس است. مقدار روغن استخراج شده در این روش در مقایسه با دانه‌های مشابه بیشتر بوده لذا از نظر اقتصادی منفعت بیشتری خواهد داشت.

روغن استخراج شده در این روش معمولاً برای تصفیه و گذراندن مراحل بعدی به کار گرفته شده و بعد از تصفیه، تحمل حرارتی بیشتری داشته و برای پخت و پز مناسب خواهد بود.



شکل ۹- دو نوع پرس گرم و صنعتی



روغن کشی با پرس برای دانه‌هایی که دارای بیش از ۲۰ درصد روغن هستند به کار می‌رود. زیرا برای دانه‌هایی که کمتر از ۲۰ درصد روغن دارند مانند سویا، میزان استحصال روغن بسیار ناچیز است و جوابگوی هزینه انرژی مصرفی برای استحصال این مقدار روغن نیست.



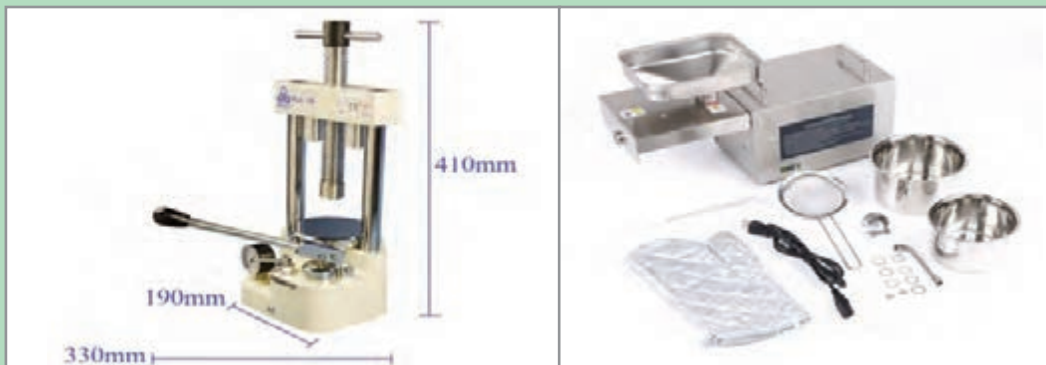
### روغن کشی با پرس

**ابزار و تجهیزات:** دستگاه پرس آزمایشگاهی یا گیره کارگاهی معمولی، دو صفحه آهنی هم اندازه (به ابعاد تقریبی ۲۰×۲۰ سانتی‌متر) با ضخامت حداقل ۵ میلی‌متر، یک کیسه تمیز پارچه‌ای (به ابعاد تقریبی ۱۵×۱۵ سانتی‌متر)، آسیاب خانگی، الک آزمایشگاهی مناسب برای دانه، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه  
**مواد:** دانه روغنی که دارای درصد روغن بالای ۲۰ درصد باشد (کنجد، کلزا، بذرکتان، آفتاب‌گردان)  
**روش کار:**

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
  - یک کیلوگرم دانه را وزن کنید ( $W_1$ )
  - دانه را در الک مناسب (باتوجه به نوع دانه انتخابی سوراخ الک کمتر از قطر دانه باشد و دانه از آن عبور نکند) بریزید.
  - الک را به مدت ۵ دقیقه به طرفین تکان دهید تا ناخالصی‌ها از دانه جدا شوند.
  - دانه تمیز شده را در آسیاب ریخته و کاملاً خرد کنید. اگر آسیابی که در اختیار دارید کوچک است. لازم است این کار را در چند مرحله انجام دهید.
  - دانه آسیاب شده را در کیسه پارچه‌ای ریخته و سر آن را محکم ببندید.
  - کیسه پارچه‌ای به همراه محتویات را بین دو صفحه فلزی که قبلاً تهیه کرده‌اید قرار دهید.
  - دهانه گیره را به آرامی ببندید و رفته‌رفته فشار را بیشتر کنید. آن قدر فشار را افزایش دهید تا دو صفحه به هم نزدیک شده و دیگر دهانه جلوتر نرود. در حین ایجاد فشار مقداری روغن از بافت پارچه خارج می‌شود که می‌توانید آن را در یک ظرف جمع‌آوری کنید.
  - روغن جمع‌آوری شده را وزن کنید ( $W_2$ )
  - درصد روغن استحصال شده را با فرمول زیر محاسبه نمایید.
- $$\text{درصد روغن استحصال شده} = \frac{W_2}{W_1} \times 100$$



برای این عملیات از یک دستگاه کلدپرس خانگی و یا آزمایشگاهی هم می‌توانید استفاده کنید. در این صورت نیازی به آسیاب کردن دانه وجود ندارد.



شکل ۱۱- گیره یا پرس دستی

شکل ۱۰- کلدپرس آزمایشگاهی

## ۶- مرحله بسته‌بندی

### اصول بسته‌بندی روغن

روغن استخراج شده به روش پرس سرد نیاز به تصفیه ندارد و می‌توان آن را بسته‌بندی نمود. در این مرحله اولین چیزی که باید رعایت شود این است که محیط بسته‌بندی کاملاً بهداشتی باشد و افرادی که در تماس مستقیم با محصول قرار دارند نکات بهداشتی را کاملاً رعایت نمایند.

محصول تولیدی اگر قرار است به کارخانجات دیگر برای تصفیه و یا تغییرات احتمالی دیگر منتقل شود باید به صورت فله و یا در بسته‌بندی‌های بزرگ حمل شود. این نوع بسته‌بندی و شیوه حمل باید دارای شرایط زیر باشد:

- ۱ ظرف یا مخزن موردنظر برای حمل باید مخصوص حمل روغن خوراکی بوده و کاملاً تمیز و عاری از باقی‌مانده از بارگیری قبلی باشد.

- ۲ کلیه دریاچه‌های ورودی و خروجی مخازن دارای قابلیت پلمب باشد، به طوری که در صورت دست‌کاری، تحویل‌گیرنده در مقصد بتواند آن را کنترل کرده و متوجه دست‌کاری احتمالی شود.

- ۳ ارسال‌کننده باید کلیه موارد و مشخصات آن را بررسی و در یک برگ آنالیز نوشته و به همراه محموله ارسال نماید. مشتری در هنگام دریافت پس از نمونه‌برداری و آزمایش نتایج را با هم تطبیق دهد. برگ آنالیز حتماً با امضا و مهر مسئول فنی واحد تولیدی باشد.

مشخصات موردنیاز برای ثبت روی برگ آنالیز عبارت‌اند از:

- نام و نوع فراورده

- نام و نشانی کارخانه و تولیدکننده و یا تأمین‌کننده (مبدأ ارسال)

- مشخصات آنالیزی روغن و مطابقت با استاندارد مربوطه

- نوشتن عبارت «روغن خام برای استفاده مستقیم خوراکی مناسب نمی‌باشد»

اما در صورتی که روغن از طریق پرس سرد استخراج شده باشد و در این مرحله بخواهد به دست مشتری برسد ابتدا باید ظرف مناسب برای آن در نظر گرفته شده و سپس یک برچسب برای آن طراحی نمود.

ظروف روغن باید از نوع درجه غذایی (Food grade) باشند و می‌توانند از جنس شیشه تیره‌رنگ، فلزی با پوشش دو طرف با لایه‌ای از فلز قلع، ظروف چندلایه مناسب و یا پلیمری (پلاستیکی از نوع مواد نو و درجه یک) باشد. استفاده از ظروف PVC ممنوع است.

حجم ظرف بیشتر از نیم لیتر نباشد. ظروف دارای در مناسب بوده و پس از دربندی، غیرقابل نفوذ و فاقد هرگونه نشی باشند.

روی برچسب طراحی شده مطالب زیر واضح و خوانا نوشته شود:

- نام و نوع فراورده (مثلاً: روغن پرس سرد کنجد)

- نام و نشانی کارخانه

- نام تجاری محصول

- شماره پروانه‌ها و مجوزهای رسمی (شماره بهداشتی و استاندارد)

- سری ساخت

- شرایط نگهداری (برای مثال: دور از نور مستقیم و در جای خشک و خنک با حداکثر دمای ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شود)

- تاریخ تولید (به روز، ماه و سال)

- تاریخ انقضا (به روز، ماه و سال)

- درج عبارت «برای سرخ کردن مناسب نیست»

بسته‌بندی روغن در سه مرحله انجام می‌شود:

**۱ پرکردن:** این کار یا توسط دستگاه به صورت اتومات و یا به شکل غیراتومات و ساده انجام می‌شود. در روش اتومات دستگاه برای پرشدن بطری تنظیم می‌شود اما در روش ساده (غیراتومات)، روغن از مخزن نگهداری توسط شیری به مقدار گنجایش ظرف در آن وارد می‌شود. سپس وزن آن را اندازه‌گیری و تنظیم می‌کنند.

نکته

در این مرحله چون در بطری باز است، نفر انجام‌دهنده کار باید شرایط بهداشتی را دقیقاً رعایت کند. شست‌وشوی دست‌ها، استفاده از دستکش، کلاه و ماسک یک‌بار مصرف، الزامی است.



**۲ دربندی:** در ظرف باید بلافاصله پس از پرکردن ظرف و تنظیم وزنی، بسته شود تا مواد آلوده‌کننده وارد محصول نشوند. در باید دارای نوار محافظ (پلمب) باشد.

نکته

نوار پلمب برای اطمینان از دست‌کاری قبل از خرید توسط مصرف‌کننده استفاده می‌شود.



### ۳ برچسب‌گذاری و بسته‌بندی ثانویه



شکل ۱۳- دستگاه بسته‌بندی تمام اتومات



شکل ۱۲- دستگاه بسته‌بندی نیمه اتومات

### بسته‌بندی روغن

**ابزار و تجهیزات:** مخزن شیردار یا کلمن آب، بطری با در مناسب، برچسب، چسب، کارتن، ترازو، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

**مواد:** روغن

**روش کار:**

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- مقداری روغن را در مخزن شیردار و تمیز (مانند کلمن آب) ریخته و در مخزن را ببندید.
- یک بطری با گنجایش حجم تقریبی ۵۰۰ گرم یا کمتر انتخاب کرده و ابتدا آن را وزن کنید.
- ظرف را در مقابل شیر مخزن قرار دهید و شیر را به آرامی باز کنید.
- تا نزدیکی پرشدن (حجم خالی بالای بطری کمتر از سه سانتی‌متر تا لبه آن باشد) آن را پر کنید.
- بطری پرشده را وزن کنید.
- در بطری را ببندید و برچسب طراحی شده را در محل خود بچسبانید.
- بقیه بطری‌ها را به همین شکل پر کرده و در جعبه قرار دهید.
- سر و ته جعبه را با چسب نواری ببندید.

فعالیت  
کارگاهی



## ارزشیابی واحد یادگیری استخراج روغن با پرس

### شرح کار

۱- انتخاب دانه روغنی ۲- کنترل کیفیت ماده اولیه ۳- بوجاری ۴- پوست گیری ۵- پرک کردن ۶- پختن ۷- پرس کردن ۸- صاف کردن ۹- بسته بندی

### استاندارد عملکرد

استخراج روغن از دانه های روغنی با استفاده از پرس مطابق استاندارد ۱۳۳۹۲ سازمان ملی استاندارد ایران

### شاخص ها

- انتخاب دانه روغنی سالم با رطوبت مناسب و سیلوگذاری
- پوست گیری دانه های روغنی با کمترین آسیب به دانه
- پرک کردن دانه های روغنی تا ضخامت ۰/۰۵ - ۰/۰۱ اینچ
- پختن دانه های روغنی تا دمای ۹۰-۱۱۰ درجه سلسیوس
- پرس کردن تا حدی که روغن باقی مانده در تفاله به کمترین مقدار برسد
- جداسازی ذرات معلق موجود در روغن با پرس
- بسته بندی روغن

### شرایط انجام کار

مکان: کارگاه

زمان: ۶ ساعت

تجهیزات: دستگاه بوجاری، دستگاه پرک کن، آسیاب غلتکی، دستگاه پخت، پرس حلزونی، دستگاه بسته بندی

ابزار: ترازو، باسکول، لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی، ابزارآلات آزمایشگاهی

مواد: دانه های روغنی، مواد بسته بندی

### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تهیه مواد اولیه	۱	
۲	بوجاری و پوست گیری	۱	
۳	پرک کردن	۱	
۴	پختن	۱	
۵	پرس کردن	۲	
۶	بسته بندی	۱	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: مدیریت مواد و تجهیزات (N۶۶) سطح ۱ استفاده از لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی دفع بهداشتی پساب توجه به سلامت مصرف کنندگان		۲
<b>میانگین نمرات</b>			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.





## پودمان ۳

# روغن‌کشی از دانه‌های روغنی با حلال



برخی از دانه‌های روغنی دارای ذخیره روغنی کمتری در بافت خود هستند و استخراج روغن از آنها با روش مکانیکی امکان پذیر نبوده و با از نظر اقتصادی به صرفه نیست. همچنین پس از عملیات روغن‌کشی مکانیکی مقداری روغن در کنجاله خروجی باقی می‌ماند که دیگر با پرس خارج نمی‌شود. برای خارج کردن این روغن‌ها از دانه و کنجاله از روش استخراج با حلال استفاده می‌شود.

حلال، روغن موجود در دانه و کنجاله را در خود حل نموده و خارج می‌کند. مخلوط روغن و حلال خارج شده را میسلا می‌گویند. حلال‌ها دارای نقطه جوش پایین‌تری نسبت به روغن هستند. به واسطه اختلاف نقطه جوش حلال و روغن با حرارت دادن میسلا، حلال تبخیر شده و به دلیل ارزش اقتصادی بالایی که دارد، دوباره بازیافت و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## واحد یادگیری ۳ استخراج روغن با حلال

استخراج روغن از دانه‌های روغنی به دو روش مکانیکی و شیمیایی انجام می‌شود. اساس روش شیمیایی، انحلال روغن دانه، در یک حلال شیمیایی است. زیرا روغن که یک ماده غیرقطبی است به حل شدن در یک حلال غیرقطبی تمایل بیشتری دارد. معروف‌ترین و پرکاربردترین حلال غیرقطبی در صنعت روغن‌کشی، نرمال هگزان است. اساس کار در این روش بر این مبنا است که دانه روغنی پس از بوجاری و پوست‌گیری تبدیل به پرک شده و سپس حلال روی آن ریخته می‌شود. حلال روغن را از پرک استخراج می‌کند. به این فرایند، استخراج یا اکستراکسیون (extraction) و به دستگاهی که این عمل در آن صورت می‌گیرد استخراج‌کننده یا اکستراکتور (extractor) می‌گویند. به مخلوط روغن و حلال که از این فرایند به دست می‌آید، میسلا گفته می‌شود و در ادامه با حرارت‌دهی حلال از روغن جدا می‌شود. در این واحد یادگیری، استخراج روغن با حلال در شش مرحله کاری بیان شده است.

### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری، هنرجویان قادر به انجام استخراج روغن از دانه‌های روغنی با حلال مطابق استاندارد ۱۰۵۲ سازمان ملی استاندارد ایران خواهند بود.





مراحل استخراج روغن از دانه روغنی با حلال

در کنجاله خروجی از اکستراکتور، مقداری حلال باقی خواهد ماند که باید از آن جدا نمود تا عاری از حلال شود. روغن استخراج شده نیز به صورت مخلوط با حلال بوده که به آن میسلا می‌گویند و باید حلال از آن نیز جدا شود. این عملیات توسط تجهیزات خاصی به نام اواپراتور انجام می‌گیرد.

انتخاب و تعیین روش استخراج روغن از دانه‌های روغنی براساس فاکتورهای زیر انجام می‌شود:

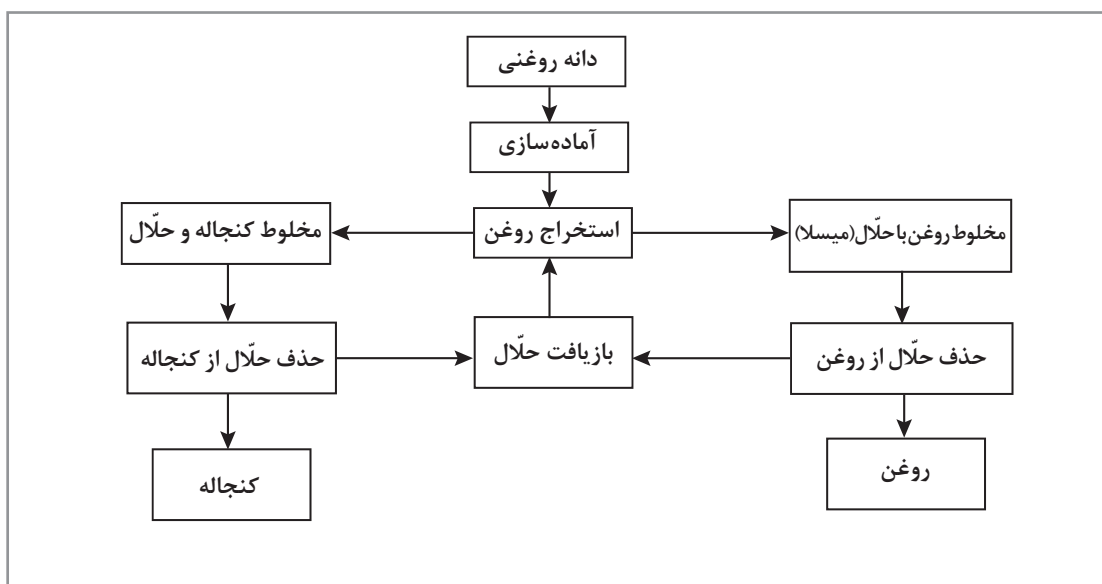
۱ ارزش اقتصادی دانه روغنی و روغنی که از آن استخراج می‌شود.

۲ میزان سرمایه‌ای که برای خرید تجهیزات استخراج موجود است.

۳ هدفی که از استخراج روغن برای تولیدکننده وجود دارد.

عموماً دانه‌های روغنی در فرایند استخراج مکانیکی دارای ۱۲ تا ۲۵ درصد باقی‌مانده روغن در کنجاله خروجی هستند و این باقی‌مانده روغن از کنجاله فقط به کمک حلال قابل استخراج است. از طرفی تجهیزات استخراج با حلال گران قیمت بوده و سرمایه‌گذاری اولیه را افزایش می‌دهد.

روغن استخراج شده با این روش، باید تصفیه شود، بنابراین اگر هدف از استخراج روغن استفاده از خواص طبی و بهداشتی آن باشد، نیازی به تصفیه و استخراج با حلال نیست.



شکل ۱- فرایند استخراج روغن از دانه روغنی با حلال

## ۱- مرحله تهیه مواد اولیه

### ویژگی دانه‌های روغنی

اگرچه استخراج توسط حلال روش مناسبی برای روغن‌کشی از دانه‌های روغنی است، اما در خصوص دانه و موادی به کار می‌رود که درصد روغن آنها پایین است.

دانه‌های روغنی که حاوی کمتر از ۲۰ درصد روغن باشند و یا کنجاله‌های بعد از عملیات روغن‌کشی با پرس، که بخشی از روغن آنها قبلاً استحصال شده است، قابلیت استخراج روغن توسط این روش را دارند. دانه سویا

(soy bean) یکی از این نوع دانه‌ها است. دانه سویا که به‌طور طبیعی بین ۱۷ تا ۲۰ درصد روغن دارد، معمولاً در صنعت به این روش روغن‌کشی می‌شود.

نکته

برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول «ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روغن خام سویا» کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.



شکل ۲- دانه سویا

همچنین مواد اولیه دیگری نظیر سبوس برنج (rice bran) که دارای ۱۵ تا ۱۷ درصد روغن است با این روش قابلیت استخراج پیدا می‌کند. در روش استخراج با حلال به علت پایین بودن دما در طول فرایند، پروتئین و دیگر خواص شیمیایی مواد تغییر نمی‌کند، بنابراین از باقی‌مانده دانه پس از روغن‌کشی (کنجاله) نیز استفاده مناسب به عمل می‌آید. به‌طور مثال می‌توان از آن به‌عنوان خوراک دام و طیور استفاده کرد.

دانه‌های سویا از تیره لوبیا بوده و در هنگام رسیدن روی گیاه در یک غلاف قرار دارند. هر غلاف سویا محتوی ۲ تا ۴ دانه است که از آن، تا مرحله رسیدن کامل محافظت می‌کند. پس از رسیدن کامل، غلاف خشک و باز شده و دانه به راحتی از آن جدا می‌شود.

دانه رسیده سویا به رنگ زرد بوده، حالت کروی و کمی کشیده دارد. برداشت سویا معمولاً توسط ماشین‌آلات کشاورزی (نظیر کمباین) انجام می‌شود. در زمان تحویل گرفتن دانه باید کیفیت آن مورد توجه قرار گیرد. گاهی به همراه دانه مقداری خاک، سنگ، قطعات شاخ و برگ گیاه وجود دارد که اصطلاحاً به آن ناخالصی می‌گویند و نیز گاهی به علت تنظیم نبودن ماشین‌آلات برداشت، دانه‌ها با قطعات فلزی ماشین برخورد نموده و می‌شکنند. همچنین بذر علف‌های هرز و گیاهان دیگر می‌تواند با دانه همراه شوند. دانه‌های چروکیده و یا تغییر رنگ داده دارای مقدار روغن کمتر و یا با کیفیت پایین‌تری هستند.

رطوبت دانه در هنگام نگهداری باید حداکثر ۱۲ درصد باشد. اما معمولاً رطوبت دانه در هنگام برداشت بیشتر است (مخصوصاً در نواحی مرطوب مانند شمال کشور). رطوبت دانه بیش از این، شرایط نگهداری دانه تا رسیدن به زمان روغن‌کشی را سخت نموده و ممکن است طی این زمان، دانه را با آسیب مواجه نماید. لذا رطوبت اضافی باید حذف شود. حذف رطوبت موجب افت وزنی دانه خواهد شد.

در صنعت برای تعیین افت کیفیت دانه در هنگام ورود به کارخانه، دانه‌ها را به دقت بررسی کرده و آنها را در طبقات یک تا سه، درجه‌بندی می‌کنند.



شکل ۳

## شرایط انتقال و ذخیره‌سازی دانه‌های روغنی

دانه پس از برداشت از مزرعه باید در محل مناسب، به دور از رطوبت و در محل سر پوشیده، دور از آفات انباری و جانوران موذی نگهداری شود تا امتیازهای منفی آن در اثر نگهداری نامناسب، افزایش نیابد و کیفیت آن حفظ شود. این نوع دانه‌ها به صورت فله و با کامیون به محل تحویل حمل می‌شوند اما می‌توان آنها را در کیسه هم نگهداری و حمل نمود که در این صورت نگهداری و حمل آن آسان‌تر و کیفیت آن بهتر حفظ خواهد شد. اما حمل و نگهداری در کیسه هزینه‌های کشاورز را افزایش خواهد داد.



شکل ۴

در تصاویر فوق حمل و بارگیری فله دانه‌های روغنی نشان داده شده است. دانه‌ها پس از بارگیری در کامیون باید در برابر باد و باران و عوامل محیطی دیگر حفظ شوند. برای این کار در خاتمه بارگیری روی کامیون‌ها را با چادرهای مناسب (غیر قابل نفوذ به باد و باران) می‌پوشانند.

وزن هر محموله در پایان بارگیری توسط دستگاه‌های توزین صنعتی (باسکول) اندازه‌گیری می‌شود. اگر دانه در هنگام دریافت، دارای ویژگی مناسب از نظر مقدار رطوبت و میزان ناخالصی نباشد (میزان ناخالصی و رطوبت بیش از مقدار مجاز باشد) در مرحله انبارش لازم است تا شرایط مناسبی برای آنها به وجود آید.

در طول زمان نگهداری دانه باید مراقبت نمود که رطوبت دانه افزایش نیابد، زیرا ممکن است به علت فراهم شدن شرایط مناسب برای جوانه زدن (دما و رطوبت)، دانه شروع به جوانه زدن نماید. فرایند جوانه زدن دانه‌ها، گرمازا است و در صورت شروع چنین فرایندی ممکن است دمای توده دانه‌های روغنی افزایش یابد. بنابراین باید در طول زمان نگهداری دمای انبار و محموله انبار شده را اندازه‌گیری و کنترل نمود.

هرگاه دمای دانه‌ها در طول مدت انبارش رو به افزایش بود، می‌توان با جابه‌جایی (سیرکوله کردن) دانه و یا هوادهی توسط فن‌های صنعتی دمای دانه را کاهش داد. در تصویر صفحه بعد یک مجموعه سیلوی صنعتی با یک فن مکنده و سیکلون مربوطه برای تنظیم دمای دانه‌ها نشان داده شده است. (شکل ۵) سیستم انتقال سیلو هم امکان انتقال و هم چرخش و جابه‌جایی دانه‌ها را امکان‌پذیر می‌کند.

پرسش

چگونه امتیازهای منفی یک دانه افزایش خواهد یافت؟





شکل ۵- سیلوی مدرن نگهداری دانه‌های روغنی

### اصول کنترل کیفیت ماده اولیه

رایج‌ترین و ساده‌ترین آزمایش‌ها برای دستیابی به کیفیت اولیه دانه‌های روغنی اندازه‌گیری رطوبت و ناخالصی است.

برای اندازه‌گیری مقدار رطوبت دانه کافی است برای مدتی دانه را در دمای ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار دهند. رطوبت موجود در دانه به صورت بخار از آن جدا می‌شود. در طول زمان با حذف رطوبت وزن نمونه کاهش می‌یابد. پس کافی است که وزن اولیه نمونه و وزن پس از خشک شدن را هم اندازه‌گیری نمود. اختلاف این دو عدد، همان وزن رطوبت است و باید آن را به درصد تبدیل نمود.

ناخالصی در دانه شامل خاک و سنگ، چوب و برگ و باقی‌مانده گیاهان، قطعات فلز و دانه‌های غیر هم‌جنس دانه است. برای تعیین مقدار ناخالصی باید آنها را از دانه اصلی جدا کرد. سپس آنها را توزین نموده و نسبت به وزن نمونه اولیه به درصد تبدیل کرد.

### آزمون کنترل کیفیت ماده اولیه

#### ۱- اندازه‌گیری درصد ناخالصی دانه سویا

ابزار و تجهیزات: الک، سینی، پنس، ترازو، هاون، آون، دسیکاتور، دستکش، ماسک، ظرف رطوبت‌گیری، کلاه و لباس کار

مواد: دانه سویا

روش کار:

- هنجویان را به چند گروه تقسیم کنید.

- حدود ۱۰۰ گرم دانه سویا را به دقت توزین کرده و وزن آن را یادداشت کنید. ( $W_1$ )

- دانه‌ها را در سینی پهن کرده و هرگونه ناخالصی شامل دانه‌های آفت زده، چروکیده، گرما زده، نارس و شکسته را به صورت جداگانه تفکیک کنید.



- دانه‌های خالص را جداگانه وزن کنید. ( $W_2$ )

- با استفاده از فرمول زیر، درصد ناخالصی دانه سویا را محاسبه کنید.

$$\text{درصد ناخالصی} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

## ۲- اندازه‌گیری درصد رطوبت دانه سویا

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.

- آون را روشن کرده و دمای آن را بین  $2 \pm 103$  درجه سلسیوس تنظیم کنید.

- مقداری از دانه خالص را در هاون خرد کنید.

- ۱۰ گرم از دانه خرد شده را در ظرف رطوبت‌گیری وزن کنید.

- وزن ظرف و نمونه را اندازه‌گیری کنید. ( $W_2$ )

- ظرف حاوی نمونه را در آون قرار دهید.

- پس از گذشت ۲ ساعت نمونه را از آون خارج کنید.

- نمونه را پس از خنک شدن در دسیکاتور مجدداً وزن کنید و سپس در آون قرار دهید.

- عمل آون‌گذاری را در فواصل زمانی تا رسیدن نمونه به وزن ثابت ادامه دهید.

پس از هر بار خارج کردن از آون خنک کردن را در دسیکاتور انجام دهید.

- وزن نهایی به دست آمده را یادداشت کنید. ( $W_3$ )

- با استفاده از فرمول زیر، درصد رطوبت دانه سویا را محاسبه کنید.

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{W_2 - W_3}{W_1} \times 100$$

## ۲- مرحله بوجاری و پوست‌گیری

### اصول بوجاری و پوست‌گیری

بوجاری به معنی جدا کردن ناخالصی‌ها از دانه است. معمولاً در هنگام برداشت محصول مقداری از شاخ و برگ گیاه و یا خاک و سنگ موجود در زمین زراعی، همراه با دانه منتقل می‌شوند که به آن ناخالصی می‌گویند. برای جدا کردن این ناخالصی معمولاً از غربال یا الک به همراه جریان ملایمی از هوا استفاده می‌شود. علاوه بر بوجاری، در مورد برخی از دانه‌های روغنی پس از بوجاری باید عملیات پوست‌گیری هم انجام شود. به‌طور مثال بین ۵ تا ۷ درصد از وزن دانه سویا را پوست آن تشکیل می‌دهد که باید قبل از روغن‌کشی از آن جدا شود. پوست دارای کمتر از یک درصد پروتئین و فاقد روغن است و ارزش اقتصادی و غذایی ندارد. پوست‌گیری باعث افزایش پروتئین کنجاله و کاهش فیبر در آن می‌شود لذا برای استفاده کنجاله در خوراک دام و طیور از نظر کیفی بهبود ایجاد می‌کند.

برای پوست‌گیری، اول باید دانه تمیز شود لذا از دستگاه‌های بوجاری عبور داده می‌شود و سپس رطوبت آن به حدود ۱۰ درصد می‌رسد. با کاهش رطوبت پوست راحت‌تر از دانه جدا می‌شود. بوجاری معمولاً توسط الک‌های لرزشی و دستگاه‌های مکش صورت می‌گیرد.

اگر بوجاری و پوست‌گیری انجام نشود چه اتفاقی می‌افتد؟

بحث کلاسی





شکل ۶- دستگاه پوست‌گیری

### بوجاری و پوست‌گیری

**ابزار و تجهیزات:** آون، الک‌ریز فلزی، ترازو، دستکش، ماسک، کلاه و لباس کار

**مواد:** دانه سویا بوجاری نشده و با پوست

### روش کار:

- هنجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- ۵۰۰ گرم از دانه را به دقت توزین کنید.
- محتوی وزن شده را در الک مناسب دانه ریخته و با تکان دادن به مدت ۵ دقیقه تمام ناخالصی را از دانه جدا کنید.
- سپس دانه را با الک برای مدت ۳۰ دقیقه در آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس بگذارید تا رطوبت آن کاهش یابد.
- الک را از آون خارج کرده و بگذارید تا خنک شود.
- پس از خنک شدن الک را به شدت تکان دهید. در این حالت پوسته‌ها در اثر سایش از دانه جدا می‌شوند و ناخالصی‌های سبک و ریز از آن خارج می‌شوند.
- در پایان اگر ناخالصی قابل مشاهده وجود داشته باشد با دست جدا کنید.

فعالیت  
کارگاهی



## ۳- مرحلهٔ پرک کردن

### اصول پرک کردن

پرک کردن با هدف کاهش ضخامت دانه صورت می‌گیرد تا حلال راحت‌تر به آن نفوذ کرده و روغن محتوی را آسان‌تر از آن خارج نماید. این کار معمولاً در سه مرحله انجام می‌شود:

۱ خراش سطح و پوسته خارجی دانه (کراکینگ)، به دستگاه انجام دهنده این کار کراکر می‌گویند.

۲ پختن دانه و افزایش رطوبت (کوکینگ)، به دستگاه انجام دهنده این کار کوکر می‌گویند.

۳ فشردن دانه برای کم کردن ضخامت (فلیکینگ)، به دستگاه انجام دهنده این کار فلیکر می‌گویند.

کم کردن ضخامت دانه با تحت فشار قرار گرفتن دانه در بین دو یا سه غلتک که در فاصلهٔ نزدیک هم قرار گرفته و خلاف جهت همدیگر می‌چرخند، صورت می‌گیرد. هرچه فاصله این استوانه‌ها به هم نزدیک‌تر باشد، ضخامت پرک کمتر شده و عمل استخراج راحت‌تر صورت می‌گیرد.

دانه‌های سویای تمیز و پوست‌گیری شده تا دمای حدود ۷۰ درجه سلسیوس گرم می‌شوند تا قسمت گوشتی دانه نرم شود و سپس با استفاده از دستگاه‌های آسیاب غلتکی با وارد آمدن فشار بین دو غلتک تبدیل به یک سطح صاف می‌شوند که به آن فلیک یا پرک می‌گویند.

اندازه ضخامت پرک بسیار اهمیت دارد و باید حدود ۰/۲ تا ۰/۳ میلی‌متر باشد. زیرا هرچه ضخامت پرک کمتر باشد نفوذ حلال به آن و استخراج روغن آسان‌تر صورت می‌گیرد. اما در عین حال باید توجه شود که ضخامت پرک بسیار کم نشود. چون در این صورت تبدیل به نرمه می‌شود.

در مورد اندازه ضخامت پرک در هر دو روش استخراج روغن با پرس و حلال بحث کنید.

بحث کلاسی



بیشتر بدانید



نرمه به پرک‌هایی گفته می‌شود که ضخامت بسیار کمی دارند و در هنگام تولید پرک، ایجاد می‌شوند و اگر مقدار آنها زیاد باشد باعث به هم چسبیدن پرک‌ها و در نتیجه جلوگیری از تماس کامل آنها با حلال شده و راندمان روغن‌کشی به شدت کاهش می‌یابد. از سوی دیگر چون ضخامت نرمه‌ها بسیار کم است، دیواره سلول به شدت آسیب دیده و باعث خروج بخش زیادی از مواد ناخالص از دانه روغنی و ورود آن به میسلا می‌شود که به این ترتیب درجهٔ خلوص روغن کاهش می‌یابد.



شکل ۷- انواع آسیاب پرک





### پرک کردن

**ابزار و تجهیزات:** کولیس، وردنه، تخته آشپزی، الک، آون، دستکش پارچه‌ای، بشقاب، لباس کار، کلاه و ماسک  
**مواد:** دانه سویا تمیز شده و پوست‌گیری شده  
**روش کار:**

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- حدود ۱۰۰ گرم از دانه سویا تمیز شده را در یک بشقاب ریخته و کمی آب روی آن اسپری کنید.
- بشقاب را به مدت ۳۰ دقیقه در آون با دمای ۶۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس قرار دهید.
- سپس بشقاب را از آون خارج کنید.
- دانه‌ها را روی صفحه فلزی یا تخته آشپزی قرار دهید و با کمک غلتک فلزی یا وردنه و با فشار زیاد آنها را روی سطح صفحه پهن کنید. این عمل را چند بار تکرار کنید.
- هر بار ضخامت پرک‌های تولید شده را با کولیس اندازه بگیرید تا ضخامت آن به حدود ۰/۳ میلیمتر برسد.



در هنگام قرار دادن و خارج کردن از آون از دستکش پارچه‌ای استفاده کنید.



چون دانه سویا کمی سخت است. دقت کنید در هنگام اعمال فشار توسط غلتک دانه‌ها به اطراف پرتاب نشوند.

## ۴- مرحله روغن‌کشی

### اصول استخراج روغن با حلال

در گذشته برای خارج کردن روغن و چربی از بافت دانه روغنی از ترکیبات استخراج شده از نفت نظیر استن، کربن‌دی‌سولفید، اتانول، تری‌کلرو اتیلن و... استفاده می‌کردند. اما به لحاظ مضرات و مخاطرات این مواد برای سلامتی مصرف‌کنندگان استفاده از آنها کنار گذاشته شده است. به‌طور کلی از هر حلال غیرقطبی آلی برای استخراج روغن می‌توان استفاده کرد. اما برای جداسازی راحت‌تر بعدی آن از روغن، لازم است که اختلاف نقطه جوش قابل توجهی بین حلال و روغن وجود داشته باشد. نرمال هگزان حلال مناسبی برای این عمل بوده و دارای نقطه جوش ۶۵ تا ۷۰ درجه سلسیوس است و به علت پایین بودن نقطه جوش به راحتی از روغن (نقطه جوش روغن بیش از ۱۸۰ درجه سلسیوس است) جدا می‌شود. در حال حاضر مطالعات برای جایگزین کردن این حلال با مشتقات الکل که دارای مخاطرات کمتری هستند، مانند ایزو پروپیل الکل در حال تحقیق است.



حلال مناسب برای استخراج روغن باید دارای چه ویژگی‌هایی باشد؟

نفوذ هگزان به لابه لای پرک‌ها باعث استخراج روغن از آنها می‌شود. تماس مستقیم هگزان با پرک و استخراج روغن در دستگاهی به نام اکستراکتور انجام می‌شود. اکستراکتورها براساس شکل و ساختار، چند نوع هستند اما عملکرد همه آنها یکسان است.

ماده حاوی روغن (فلیک یا پرک) در یک اکستراکتور در هگزان خیسانده شده و زمان مناسبی برای حل شدن روغن در حلال به آن داده می‌شود. در تمام اکستراکتورها جهت جریان حلال و ماده حاوی روغن عکس هم هستند و معمولاً حلال تازه از انتهای اکستراکتور و ماده دارای روغن از ابتدای آن وارد می‌شود و پس از تماس در زمان مناسب روغن جذب شده توسط حلال که به آن میسلا می‌گویند و ماده جامد هم با مقداری حلال باقی مانده از انتها خارج می‌شود. غلظت روغن در میسلا معمولاً در پایان فرایند، به ۲۰ تا ۳۰ درصد می‌رسد. عمل استخراج می‌تواند غوطه‌وری و یا تراوشی باشد. در روش غوطه‌وری چون مصرف حلال بسیار زیاد بوده و مقدار زیادی از آن تبخیر شده و به هدر می‌رود، امروزه در صنعت کمتر از آن استفاده شده و بیشتر از روش تراوشی که عبارت از گردش حلال توسط پمپ و پاشش آن روی ماده جامد و جمع‌آوری از زیر آن است استفاده می‌شود.

تحقیق کنید



در مورد مزایا و معایب هر یک از روش‌های استخراج تراوشی و نفوذی تحقیق کنید.

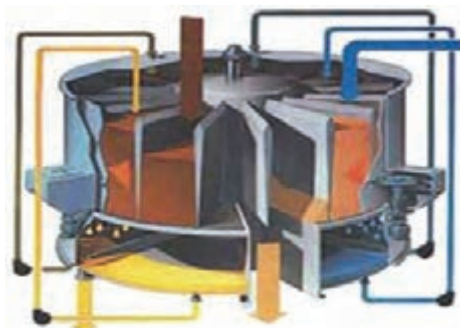
انواع اکستراکتور عبارت‌اند از:

**۱ اکستراکتورهای سبدی:** این دستگاه از نواری درست شده است که بر روی آن سبدهایی (توری‌هایی) با سوراخ ریز از جنس فولاد ضدزنگ قرار دارد. پرک دانه روغنی در روی توری‌ها ریخته شده و حلال روی آنها پاشیده می‌شود. (شکل ۸)



شکل ۸- اکستراکتور سبدی

**۲ اکستراکتورهای تراوشی دوار:** این دستگاه شامل یک بدنه مستحکم استوانه‌ای عمودی است که در وسط آن محوری گردان وجود دارد. در روی محور تعدادی سبد یا سلول‌های دوار تعبیه شده است که با محور می‌چرخد و در داخل سبدها پرک دانه روغنی ریخته و حلال روی آنها دوش می‌شود. (شکل ۹)



شکل ۹- اکستراکتور تراوشی دوار

در بهترین شرایط عملکرد، حدود ۵/۰ درصد روغن در کنجاله نهایی باقی می‌ماند. میسلا که حاوی حلال، روغن، رطوبت و ذرات ریز ماده جامد است ابتدا از صافی عبور کرده و سپس جهت بازیابی حلال به مجموعه از تجهیزات بعدی منتقل می‌شود.

### استخراج روغن با حلال

**ابزار و تجهیزات:** ست سوکسله، شوف بالن یا هیتر برقی، کاغذ صافی، کارتوش، ترازو، آون، دسیکاتور، دستکش، ماسک، کلاه و لباس کار

**مواد:** هگزان، دانه سویا

**روش کار:**

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- دانه سویا را به شکل پرک یا فلیک درآورده و یا آسیاب کنید.
- ضخامت پرک‌ها بین ۲/۰ تا ۳/۰ میلی‌متر باشد و اگر آسیاب کردید با دو انگشت سیابه و اشاره لمس کنید تا ذرات درشت احساس نشوند.
- حدود ۱۰ گرم از پرک را وزن کنید.
- ست سوکسله شامل بالن، جمع‌کننده و کندانسور را به خوبی شسته و خشک کنید.
- فلیک (پرک) وزن شده را در یک لایه کاغذ صافی پیچیده سپس در کارتوش بگذارید.
- حدود  $\frac{2}{3}$  حجم بالن را حلال نرمال هگزان بریزید.
- دستگاه را مطابق شکل ۱۰ نصب کنید و کارتوش محتوی دانه آسیاب شده را در محل استخراج کننده قرار دهید.
- هیتر را روشن کرده و آب کندانسور را باز کنید.
- هرگاه تقطیر هگزان آغاز شد زمان بگیرید و تقطیر را تا ۴ ساعت ادامه دهید.
- پس از ۴ ساعت و در آخرین مرحله که استخراج کننده پر شد. هیتر را خاموش کرده و پس از سرد شدن، محتوی استخراج کننده را در ظرف درداری بریزید و در آن را ببندید.
- محلول هگزان و روغن به رنگ زرد در بالن باقی می‌ماند که همان میسلا است.



شکل ۱۰- دستگاه سوکسله





- در هنگام کار با هگزان مراقب باشید که تهویه و یا دستگاه هود آزمایشگاهی تمام وقت روشن باشد.  
- در طول آزمایش از کبریت و یا فندک در آزمایشگاه استفاده نکنید.

## ۵- مرحله بازیابی حلال از میسلا

### اصول بازیابی حلال از میسلا

حلال و روغن دارای اختلاف زیادی در نقطه جوش هستند. هرگاه یک مخلوط با اختلاف در نقطه جوش در دسترس باشد به راحتی با گرم کردن در نقطه جوشش (تبخیر) و دوباره سرد کردن (میعان یا کندانس) قابل جدا شدن هستند. لذا میسلا با استفاده از تکنیک تبخیر حلال با بخار آب و تحت شرایط خلأ از روغن حلال زدایی می شود. به علت گران قیمت بودن حلال سپس آن را کندانس کرده و مجدداً مورد استفاده قرار می دهند. تبخیر برای جداسازی هرچه بهتر معمولاً در دو مرحله یا بیشتر انجام می شود و آخرین مرحله تبخیر با دمای بیشتر، به همراه بخار هم زن و در شرایط خلأ انجام می شود.



چرا مرحله آخر حلال زدایی از میسلا باید تحت خلأ انجام گیرد؟

در هر مرحله انرژی گرمایی از طریق بخار تأمین شده و حلال که دارای نقطه جوش پایینی است بخار شده و در سردکننده یا کندانسور دوباره مایع شده و جمع می شود. مقدار باقی مانده حلال در روغن پس از این مراحل باید از ۰/۲ درصد کمتر باشد.

تمام حلال تبخیر شده پس از کندانس مجدد، دوباره در مخزن حلال جمع می شود و در فرایند مورد استفاده قرار می گیرد. روغن بلافاصله پس از این مرحله سرد شده و به مخازن روغن خام منتقل می شود. عمل سرد شدن در یک مبدل با عبور از کنار یک جریان آب سرد امکان پذیر است به شرط آنکه هیچ گونه تماس مستقیمی بین روغن و آب سرد وجود نداشته باشد.

میسلاهای خروجی از اکستراکتور بسته به سیستم استخراج دارای مقادیر متفاوتی حلال و نیز ذرات ریز بافت دانه (نرمه) است. بنابراین قبل از جداسازی حلال باید ابتدا نرمه ها از میسلا جدا شوند. نرمه موجود در میسلاهای خروجی از سیستم تراوشی کمتر است بنابراین با استفاده از فیلترپرس حذف می شود. اما چون مقدار نرمه میسلا در سیستم غوطه وری زیاد است، ابتدا مقداری آب به آن اضافه می شود. نرمه ها با جذب آب هیدراته و سپس با سانتریفوژ کردن از میسلا خارج می شوند. میسلا برای حذف حلال به اواپراتور فرستاده می شود.

### اصول بازیابی حلال از کنجاله

برای حلال زدایی از کنجاله باز هم از بالا بردن دما تا نقطه جوش حلال استفاده می شود. در این دما حلال بخار می شود (تبخیر) و در بالای دستگاه حلال زدایی بخار جمع شده و با سرد کردن به مایع تبدیل (میعان) می شود.

پرک هایی که روغن کشی شده اند به شکل مرطوب از اکستراکتور خارج می شوند. این مواد حاوی تقریباً ۳۵ درصد حلال، ۷ تا ۸ درصد آب، و نیم تا یک درصد روغن هستند. این کار در دستگاه حلال زدا و برشته کن انجام می شود. در این دستگاه ابتدا با حرارت روی سینی های دستگاه آنها را گرم و برشته می کنند و حلال موجود در آن حذف می شود. سپس آن را خشک کرده و رطوبت کاهش می یابد و در پایان آن را خنک کرده

تا به دمای محیط برسد و به انبار منتقل شود.  
کنجاله خروجی از سیستم استخراج هم حاوی مقادیر زیادی حلال است. از آنجاکه این کنجاله یا به‌عنوان غذای انسانی (کنجاله سویا) و یا خوراک دام (کنجاله سویا، کلزا و پنبه‌دانه) استفاده می‌شود، باید حلال زدایی شود.

باقی ماندن احتمالی حلال در روغن یا کنجاله چه اشکالی دارد؟

پرسش



فعالیت  
آزمایشگاهی



### بازیابی حلال از میسلا

ابزار و تجهیزات: بالن، آون، دسیکاتور، هیتر، دستکش، ماسک، کلاه و لباس کار

مواد: میسلا

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- بالن محتوی میسلا را به یک مبرد وصل کنید.
- یک بالن خالی را جهت جمع‌آوری حلال در انتهای مبرد قرار دهید.
- وقتی دیگر از انتهای مبرد حلالی خارج نشد، هیتر را خاموش کرده و بالن محتوی میسلا را از مبرد جدا کنید.
- بالن را در آون با دمای حدود ۱۰۰ درجه سلسیوس برای یک ساعت قرار دهید تا هگزان آن تبخیر شده و حذف شود.
- بالن را از آون خارج کنید و در دسیکاتور قرار دهید تا سرد شود و به دمای محیط برسد.
- ماده باقی مانده، روغن جداسازی شده است.

فعالیت  
آزمایشگاهی



### بازیابی حلال از کنجاله

ابزار و تجهیزات: آون، دسیکاتور، شیشه ساعتی، لباس کار، دستکش، کلاه و ماسک

مواد: پرک‌های روغن کشتی شده (کنجاله)

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- پرک‌های روغن کشتی شده محتوی کارتوش از فعالیت‌های قبل را ابتدا وزن کرده و در یک شیشه ساعتی پهن کنید.
- شیشه ساعتی را در آون با دمای  $2 \pm 103$  درجه سلسیوس قرار دهید.
- پس از ۶۰ دقیقه، شیشه ساعتی را از آون خارج کرده و در دسیکاتور قرار دهید تا خنک شود.
- شیشه ساعتی را وزن کنید.
- دوباره شیشه ساعتی را در آون قرار دهید و پس از ۳۰ دقیقه آن را خارج نموده، و در دسیکاتور خنک و مجدداً وزن کنید.
- این عمل را آن‌قدر تکرار کنید تا به وزن ثابت برسد.
- کنجاله باقی مانده فاقد حلال است.

## ۶- مرحله ذخیره سازی

### اصول ذخیره سازی روغن

روغنی که با حلال استخراج شده است بعد از گذراندن مراحل تصفیه می تواند مورد استفاده قرار گیرد. لذا برای نگهداری و انتقال به واحدهای تصفیه کننده روغن باید در مخازنی جمع آوری و نگهداری شود. نوع مخازن مجاز و شرایط نگهداری این روغن به ترتیب زیر است:

**۱ جنس مخزن:** معمولاً مخازن نگهداری روغن خام از جنس آهن بوده اما می توان از مخازن فولاد ضدزنگ، پلی اتیلن و پلاستیک فشرده هم استفاده نمود. در هر صورت باید دقت داشت که جنس مخازن تأثیری بر کیفیت روغن محتوی نگذارد.

**۲ نظافت مخزن:** از این مخازن، فقط برای نگهداری روغن استفاده شود و بخش داخلی مخزن که در تماس مستقیم با روغن قرار می گیرد، کاملاً تمیز و عاری از هر نوع ماده ای باشد که بر روغن تأثیر بگذارد. پس از پایان و تخلیه هر نوع روغن که در مخزن وجود دارد و هنگام وارد کردن روغن بعدی در آن، باید کاملاً تخلیه شود.

**۳ درب ها و سوراخ های ورود و خروج:** محل های ورودی مخزن دارای دریچه های حفاظدار باشد تا مانع از ورود آب باران شود و شیرهای خروجی آن محکم شونده و بدون نشت روغن باشد. کلیه محل های ورود و خروج مخزن برای اطمینان از عدم دست کاری، باید قابلیت پلمب شدن داشته باشد.

**۴ نمونه برداری از مخزن:** برای هر مخزن باید در زمان ساخت، شیر نمونه برداری نصب شود تا در صورت نیاز به کنترل از آن محل نمونه برداری انجام شود.

**۵ ثبت مشخصات:** هر مخزن باید دارای شماره بوده و در محل خاصی مشخصات محتوی آن به ترتیب زیر ثبت شود.

■ نام محتوی مخزن

■ تاریخ اولین ورودی و آخرین ورودی به مخزن

■ شماره برگ آنالیز آزمایشگاهی و تاریخ آخرین کنترل آن



شکل ۱۱- مخازن نگهداری روغن

از آنجا که روغن استخراج شده با حلال حتماً باید تصفیه شود، در این مرحله عملیات بسته‌بندی و بطری‌گذاری روغن‌ها انجام نمی‌شود، بلکه این روغن‌ها به صورت توده به کارخانه تصفیه ارسال می‌شوند.



## اصول بارگیری و حمل روغن

روغن خام برای عملیات تصفیه باید به واحد مربوطه ارسال شود. گاهی واحد تصفیه در محلی غیر از محل روغن‌کشی است و بنابراین باید به آن واحد منتقل شود. بارگیری، حمل و انتقال روغن خام دارای قواعد و روش‌های خاصی است که توضیح داده می‌شود:

**۱ وسیله نقلیه حمل روغن خام:** وسیله نقلیه معمولاً کامیونت، کامیون و یا تریلی است که در پشت آن مخزنی جهت بارگیری روغن به صورت فله قرار داده شده است. روی وسیله نقلیه و یا تانکر آن با خط درشت و واضح باید این عبارت نوشته شود «مخصوص حمل روغن خوراکی».



شکل ۱۲- وسایل نقلیه حمل روغن خام

**۲ جنس مخزن:** معمولاً مخازن حمل روغن خام از جنس آهن بوده اما می‌توان از مخازن فولاد ضدزنگ، پلی‌اتیلن و پلاستیک فشرده هم استفاده نمود در هر صورت باید دقت داشت که جنس مخازن تأثیری بر کیفیت روغن محتوی نگذارد.

**۳ نظافت مخزن:** مخازن عاری از محموله قبلی، بوی نامناسب، ذرات و مواد جامد چسبیده به دیواره باشند. قبل از بارگیری باید مخزن بازدید و موارد ذکر شده مورد بررسی قرار گیرند.

**۴ ورودی‌ها و خروجی‌های مخزن:** محل‌های ورودی مخزن دارای دریچه‌های غیرقابل دست‌کاری باشند و خروجی‌های روغن دارای سوپاپ خلاص‌شونده و شیرهای محکم‌شونده باشند و کلیه محل‌های ورود و خروج برای اطمینان از عدم دست‌کاری قابل پلمب شدن باشند.

**۵ کنترل پس از پایان بارگیری مخزن:** پس از پایان بارگیری ابتدا از محتوی مخزن، نمونه‌برداری شده و سپس همه ورودی‌ها و خروجی‌ها پلمب شوند. ترجیحاً پلمب‌ها شماره‌دار بوده و شماره آن به دریافت‌کننده محموله بر روی برگ آنالیز اعلام شود تا دریافت‌کننده آن را کنترل نموده و از سلامت آن اطمینان حاصل کند.

**۶ صدور مشخصات:** هر محموله بارگیری شده باید دارای یک برگ آنالیز باشد که شناسنامه آن محموله محسوب شده و روی آن چنین مشخصاتی ثبت شود: نام کامل و صحیح محتوی (برای مثال روغن خام سویا)، نام و آدرس تولیدکننده، نام تجاری محصول، تاریخ تولید، بارگیری و خروج محصول، مشخصات شیمیایی محصول براساس استاندارد مربوط به آن محصول، نام و امضای بارگیری کننده، نمونه بردار و آزمایش کننده.

شرکت .....  
 تاریخ: .....  
 شماره: .....  
 فرم آنالیز وارده و محصول جانبی

مدیریت محترم مهندسی صنایع

محموله با مشخصات زیر مجاز به تخلیه / بارگیری می باشد:

ردیف	نوع کالا	پارامترهای کیفی											
		فرستنده / خریدار		درصد رطوبت	درصد مواد پروتئین	درصد روغن	درصد اسید چرب	درصد لرد	پراکسید	رنگ		اندیس یدی	میزان افت
		نام	وزن							شماره	عاشین		

توضیحات: \_\_\_\_\_  
 تنظیم کننده: \_\_\_\_\_  
 مدیر کنترل کیفیت: \_\_\_\_\_  
 کد فرم: \_\_\_\_\_ تاریخ تنظیم: \_\_\_\_\_ شماره بازنگری: \_\_\_\_\_ تاریخ بازنگری: \_\_\_\_\_

توزیع نسخه: ۱- بایگانی کنترل کیفیت ۲- واحد مهندسی صنایع ۳- خریدار

شکل ۱۳- نمونه فرم آنالیز روغن خام

دو روش استخراج روغن با حلال و پرس را با هم مقایسه کنید.

تحقیق کنید



فعالیت عملی



- ذخیره سازی روغن**
- به همراه هنرآموز خود از یک کارخانه تولید روغن خوراکی بازدید به عمل آورید.
  - اطلاعات روی مخازن ذخیره روغن را بررسی کنید.
  - نتیجه بررسی را به شکل گزارش ارائه دهید.



## ارزشیابی واحد یادگیری استخراج روغن با حلال

شرح کار		
۱- انتخاب دانه روغنی ۲- کنترل کیفیت ماده اولیه ۳- بوجاری ۴- پوست گیری	۵- پرک کردن ۶- استخراج روغن با حلال ۷- بازیابی حلال از میسلا ۸- ذخیره سازی ۹- بازیابی حلال از کنجاله	
<b>استاندارد عملکرد</b>		
استخراج روغن از دانه‌های روغنی با حلال مطابق استاندارد ۱۰۵۲ سازمان ملی استاندارد ایران		
<b>شاخص‌ها</b>		
- انتخاب دانه روغنی سالم و بدون کپک زدگی و فاقد آفات - جداسازی کامل پوست بدون صدمه به دانه روغنی - پرک کردن دانه‌های روغنی تا ضخامت حداکثر ۰/۰۱ اینچ - استخراج روغن با حلال تا حدی که روغن باقی مانده در کنجاله به کمتر از ۱ درصد برسد. - حذف کامل حلال از میسلا - بازیابی کامل حلال از کنجاله - ذخیره سازی روغن به صورت فله		
<b>شرایط انجام کار</b>		
<b>مکان:</b> کارگاه <b>زمان:</b> ۶ ساعت <b>تجهیزات:</b> اکستراکتور، اواپراتور، توستر، دستگاه بسته بندی <b>ابزار:</b> ترازو، باسکول، لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی، ابزار آلات آزمایشگاهی <b>مواد:</b> دانه‌های روغنی، حلال، مواد بسته بندی		
<b>معیار شایستگی</b>		
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳ نمره هنرجو
۱	تهیه مواد اولیه	۱
۲	بوجاری و پوست گیری	۱
۳	پرک کردن	۱
۴	روغن کشی	۲
۵	بازیابی حلال از میسلا	۱
۶	ذخیره سازی	۱
	<b>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</b> مدیریت کیفیت (N۶۳) سطح ۱ استفاده از لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی دفع بهداشتی پساب توجه به سلامت مصرف کنندگان	۲
<b>میانگین نمرات</b>		
*		
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.		





## پودمان ۴

# تصفیه و فرایندهای اصلاحی روغن



استفاده از انواع روغن‌ها و چربی‌ها از دیرباز در جوامع بشری معمول و مرسوم بوده است. با گسترش روز افزون صنعت غذا و تهیه محصولات متنوع، کمتر فراورده‌ای را می‌توان یافت که در تهیه آن به شکلی از روغن استفاده نشده باشد. بنابراین روزبه‌روز بر اهمیت این شاخه از صنعت غذا افزوده شده است. روغن خام استخراج شده حاوی ترکیبات مختلفی است. تری‌گلیسریدها مهم‌ترین ترکیب موجود در روغن خام هستند. در بین ترکیبات غیرگلیسریدی باقی‌ماندن برخی باعث بروز اشکالاتی حین مصرف روغن می‌شود که به آنها ناخالصی‌های غیر مفید گفته می‌شود. هدف کلی از تصفیه، جداسازی ناخالصی‌های غیر مفید با حداقل خسارت به تری‌گلیسریدها و همچنین حفظ ترکیبات مفید در روغن است. همچنین گاهی روغن‌های تصفیه شده فاقد ویژگی‌های لازم برای برخی کارکردها هستند. بنابراین در صنعت روغن فرایندهایی برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی یا شیمیایی این روغن‌ها انجام می‌شود که از آن تحت عنوان فرایندهای اصلاحی روغن نام می‌برند.

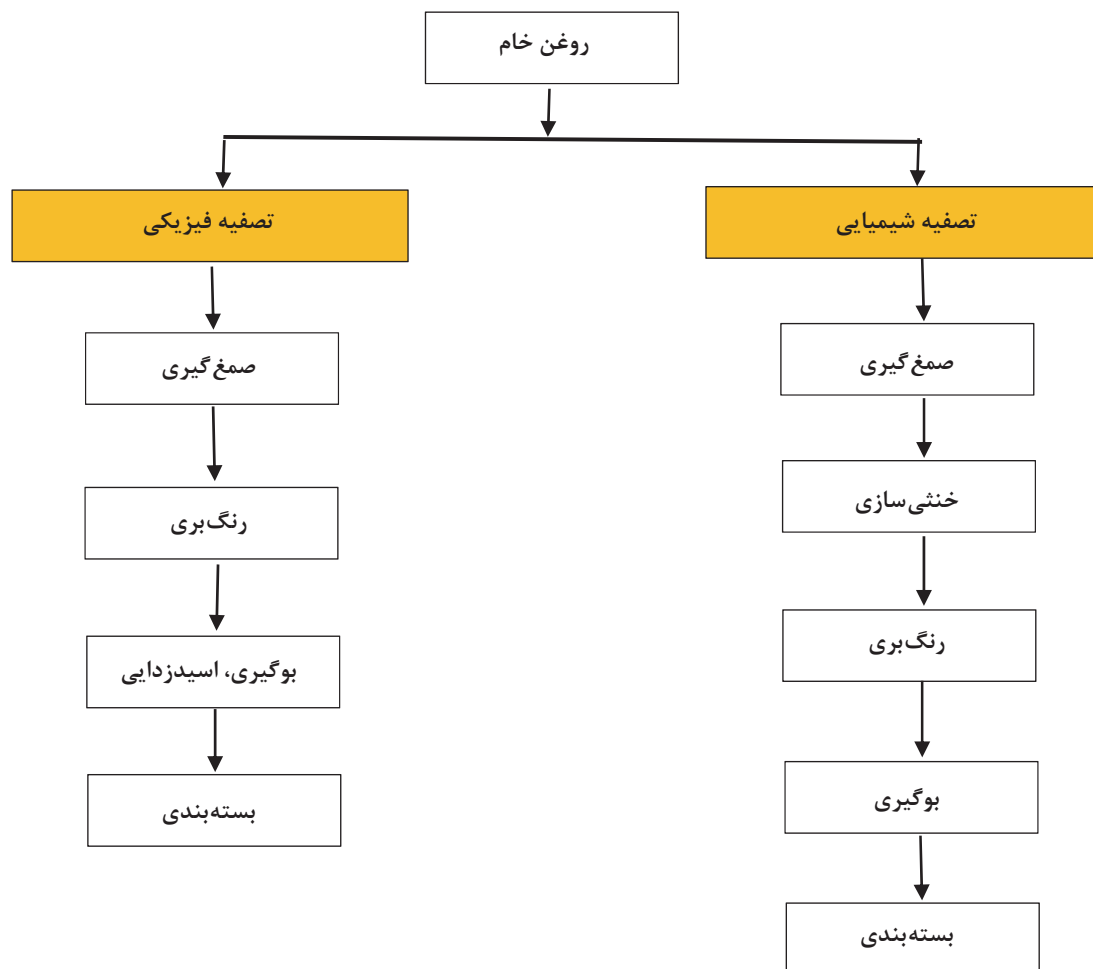
## واحد یادگیری ۴

### تصفیه روغن‌های خوراکی

روغن خام به روغن حاصل از مرحله استخراج گفته می‌شود که حاوی انواع ناخالصی‌ها است که از آن جمله می‌توان به ترکیبات صمغی، اسیدهای چرب آزاد، رنگدانه‌ها و محصولات فرار و مولد بو اشاره کرد. هر یک از مراحل تصفیه وظیفه کاهش و یا حذف یک یا چند نوع از این ناخالصی‌ها را به عهده دارند. اما برخی از ترکیبات موجود در روغن مثل توکوفرول‌ها باید طی تصفیه تا حد ممکن حفظ شوند. به این دسته ترکیبات، ناخالصی‌های مفید گفته می‌شود. به این ترتیب هر مرحله تصفیه می‌تواند فرایند مراحل قبل از خود را تکمیل کند به نحوی که در انتهای این عملیات روغنی با حداقل ناخالصی‌های غیر مفید تولید شود. در این واحد یادگیری، فرایند تصفیه روغن‌های خوراکی در پنج مرحله کاری بیان شده است.

#### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری، هنرجویان قادر خواهند بود تصفیه شیمیایی روغن‌های خوراکی را انجام دهند.



شکل ۱- نمودار تصفیه شیمیایی و فیزیکی روغن‌های گیاهی خوراکی

بیش از ۹۵ درصد ترکیب بیشتر روغن‌های خام، مخلوطی از تری‌گلیسریدها است. اجزای دیگر روغن خام شامل فسفاتیدها، اسیدهای چرب آزاد (FFA)، محلولات اکسیداسیون، مواد غیر قابل صابونی (توکوفرول، استرول، هیدروکربن‌ها و غیره) و ناخالصی‌های دیگر است. میزان این اجزای کم مقدار در روغن خام، به منبع، فرایند استخراج، فصل و منطقه جغرافیایی بستگی دارد (جدول ۱). این ترکیبات می‌توانند روی خواص تغذیه‌ای، عملکردی و حسی روغن اثر بگذارند.

جدول ۱- اجزای بعضی از روغن‌های گیاهی خام (درصد وزنی)

روغن	تری آسیل گلیسرول‌ها	فسفاتیدها	اسیدهای چرب آزاد	مواد غیر قابل صابونی
نارگیل	۹۰	۰/۰۵	۳	۰/۴
ذرت	۹۲-۹۵	۰/۷-۲	۱-۳	۲
پنبه دانه	۹۲-۹۸	۱-۲/۵	۰/۵-۲	۰/۶
زیتون	۹۰	۰/۰۱	۱-۳/۵	۰/۸
پالم	۹۰	۰/۰۵-۰/۲	۲-۵	۰/۴
کلزا	۹۰-۹۲	۱/۵-۳/۵	۱-۲	۰/۹
گلرنگ	۹۲-۹۹	۰/۴-۰/۶	۱-۲	۰/۶
سویا	۹۰-۹۳	۲-۴	۰/۵-۱	۱/۲
آفتاب‌گردان	۹۳-۹۹	۰/۵-۱/۳	۰/۵-۱/۵	۰/۷

هدف کلی از تصفیه، عبارت از حذف ناخالصی‌های روغن و به حداقل رساندن خسارت وارده به گلیسریدها، توکوفرول‌ها و سایر ناخالصی‌های مفید است. ناخالصی‌ها روی مزه و طعم روغن‌ها تأثیر منفی داشته و زمان ماندگاری روغن‌ها را کاهش می‌دهند. بعضی ترکیبات مانند اسیدهای چرب آزاد، مونو و دی آسیل گلیسرول‌ها و فسفاتیدها منشأ گلیسریدی دارند. بقیه ترکیبات به عنوان مواد غیر قابل صابونی از روغن جدا می‌شوند.

جدول ۲- اجزای کم مقدار در روغن‌های گیاهی (درصد وزنی)

روغن	مواد غیر قابل صابونی	استرول‌ها	اسکوالن	الکل‌های تری تریپن
کره کائو	۰/۳	۰/۲	۰	۰/۰۵
نارگیل	۰/۴	۰/۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲
ذرت	۲	۱	۰/۰۲۸	۰/۰۱
پنبه دانه	۰/۶	۰/۴	۰/۰۰۸	۰/۰۲
زیتون	۰/۸	۰/۱	۰/۳۸۳	۰/۲
پالم	۰/۴	۰/۰۳	NA	۰/۰۲
هسته پالم	۰/۴	۰/۱	NA	۰/۰۳
بادام زمینی	۰/۹	۰/۳	۰/۰۲۷	۰/۰۴
کلزا	۰/۹	۰/۶	۰/۰۲۶	۰/۰۳
گلرنگ	۰/۶	۰/۶	NA	۰/۰۷
سویا	۱/۲	۰/۴	۰/۰۱۲	۰/۰۶
آفتاب‌گردان	۰/۷	۰/۴	۰/۰۱۲	۰/۲

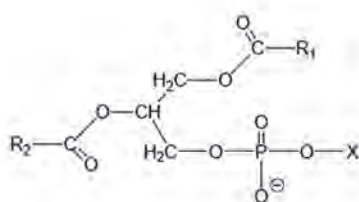
ترکیبات اصلی مواد غیر قابل صابونی (۲-۳ درصد) عبارت‌اند از، استرول‌ها، توکوفرول‌ها (ویتامین E) هیدروکربن‌ها، رنگدانه‌ها (گوسیپول، کلروفیل) و ویتامین‌ها (کاروتن) NA = وجود ندارد.

## ۱- مرحله صمغ‌گیری از روغن

معمولاً روغن‌های خام گیاهی پس از استخراج از دانه، دارای ناخالصی‌هایی هستند. یکی از این ناخالصی‌ها صمغ‌ها یا فسفاتیدها هستند که باید طی مراحل تصفیه (Refining) از روغن جدا شوند. مرحله ویژه حذف این ترکیبات، صمغ‌گیری نام دارد.

صمغ‌ها یا فسفاتیدها، به‌طور گسترده در صنعت غذا، خوراک دام و در فرایندهای صنعتی استفاده می‌شوند. فسفاتیدیل کولین، فسفاتیدیل اتانول آمین و فسفاتیدیل اینوزیتول انواع اصلی فسفاتیدها (فسفولیپیدها) هستند. از آنجا که

این ترکیبات دارای سرهای قطبی (هیدروفیل) و غیرقطبی (لیپوفیل) هستند در صنایع غذایی کاربرد زیادی دارند. به مجموع فسفولیپیدهای حاصل از صمغ‌گیری روغن خام در اصطلاح لسیتین تجاری گفته می‌شود.

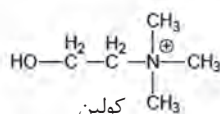


X = choline (phosphatidylcholine or PC)

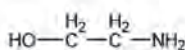
X = ethanolamine (phosphatidylethanolamine, PE)

X = inositol (phosphatidylinositol or PI)

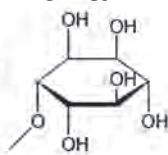
X = hydrogen (phosphatidic acid or PA)



کولین



اتانول آمین



اینوزیتول

روغن‌های خام سویا، کلزا و دانه آفتاب‌گردان، منابع اصلی لسیتین تجاری به‌شمار می‌آیند. زیرا فسفاتید بیشتری از سایر روغن‌ها دارند. در جدول زیر میزان فسفاتیدها در بعضی از روغن‌ها بیان شده است:

شکل ۲- ساختار شیمیایی فسفاتیدهای عمده در روغن‌های گیاهی خوراکی

جدول ۳- میزان فسفاتیدها در بعضی از روغن‌ها

نوع روغن	فسفاتیدها (درصد)	فسفر (PPM)
کلزا	۰/۵-۳/۵	۲۰۰-۱۴۰۰
سویا	۱-۳	۴۰۰-۱۲۰۰
پنبه دانه	۱-۲/۵	۴۰۰-۱۰۰۰
ذرت	۰/۷-۲	۲۵۰-۸۰۰
آفتاب‌گردان	۰/۵-۱/۳	۲۰۰-۵۰۰
گلرنگ	۰/۴-۰/۶	۱۵۰-۲۵۰
بادام زمینی	۰/۳-۰/۷	۱۰۰-۳۰۰
پالم	۰/۰۳-۰/۱	۱۵-۳۰
نارگیل	۰/۰۲-۰/۰۵	۱۰-۲۰

نکته

لسیتین کاربرد زیادی در بسیاری از مواد غذایی به‌ویژه صنایع پخت دارد.



با بررسی و مطالعه برچسب برخی مواد غذایی که در فرمولاسیون آنها لسیتین به کار رفته را پیدا کنید.

## اصول صمغ گیری از روغن ها

منظور از صمغ گیری، خارج کردن تقریباً کامل فسفاتیدها و سایر مواد صمغی در روغن خام است. باقی ماندن صمغ ها در روغن باعث ته نشینی در تانک های نگهداری و بروز اشکالاتی در حمل و نقل می شود. همچنین در هنگام تصفیه افت روغن افزایش می یابد.

صمغ ها محصولات فرعی با ارزشی هستند. روغن سویای خام منبع خوبی از فسفاتیدها (۱ تا ۳ درصد) است. لسیتین سویا پس از یک تصفیه ساده و ارزان، از صمغ روغن سویا به دست می آید و بازار خوبی در تجارت دارد. لسیتین حاصل از صمغ روغن های دیگر مانند ذرت، آفتاب گردان و بادام زمینی، از نظر کمی و کیفی در حد لسیتین سویا نیست.

متداول ترین روش های صمغ گیری عبارت اند از:

۱ صمغ گیری با آب (هیدراتاسیون)

۲ صمغ گیری شیمیایی



هیدراتاسیون و هیدرولیز به چه معنا هستند؟

۱- **صمغ گیری با آب (هیدراتاسیون):** خارج کردن صمغ ها از روغن به وسیله آب روش معمول صمغ گیری بوده و معمولاً وقتی انجام می شود که بازیابی لسیتین، مورد نظر بوده و یا صمغ زیاد موجود در روغن خام، باعث بروز مشکلاتی در نگهداری و تصفیه روغن خواهد شد. صمغ گیری با آب بیشتر در مورد روغن سویا معمولاً در همان کارگاه روغن کشی با حلال، قبل از حمل و نگهداری انجام می شود.

اساس عمل صمغ گیری با آب، این گونه است که فسفاتیدهای موجود در روغن، آب جذب می کنند (هیدراته شده) و به وسیله نیروی گریز از مرکز، توسط سانتریفیوژ از روغن جدا می شوند.

روغن صمغ گیری شده یا مستقیماً به مرحله بعدی فرایند منتقل می شود و یا توسط خلأ خشک شده، خنک شده و در تانک ذخیره نگهداری می شود.

از طرفی صمغ های جدا شده از روغن یا مستقیماً با کنجاله مخلوط و به مصرف خوراک دام می رسد، یا در یک تبخیرکننده خشک شده و برای تهیه محصولات مختلف لسیتین تحت فرایند بیشتر قرار می گیرد.

در عملیات صمغ گیری با آب، فسفاتیدهای قابل هیدراته شدن به آسانی و با مخلوط کردن روغن خام با آب داغ (۱ تا ۳ درصد وزنی نسبت به روغن) از روغن جدا می شوند. دمای بهینه عمل بین ۶۰ تا ۸۰ درجه سلسیوس است که در این صورت کمترین ضایعات روغن و بیشترین راندمان صمغ گیری به دست می آید.

افزودن بیش از اندازه آب نه تنها باعث به دست آمدن صمغ بیشتری نمی شود، بلکه، برعکس باعث می شود که امولسیون با روغن تشکیل داده و روغن وارد فاز لسیتین شود.

همچنین حرارت بیش از اندازه روی رنگ لسیتین استحصالی تأثیر می گذارد و ممکن است باعث تیرگی آن شود. زمان نگهداری برای رسوب کردن فسفاتیدهایی که آب جذب کرده اند، ۲۰ تا ۳۰ دقیقه در تانک هیدراتاسیون است. در ادامه روغن مخلوط شده با آب به آهستگی به سانتریفیوژ وارد می شود، تا صمغ های هیدراته از روغن جدا شوند.





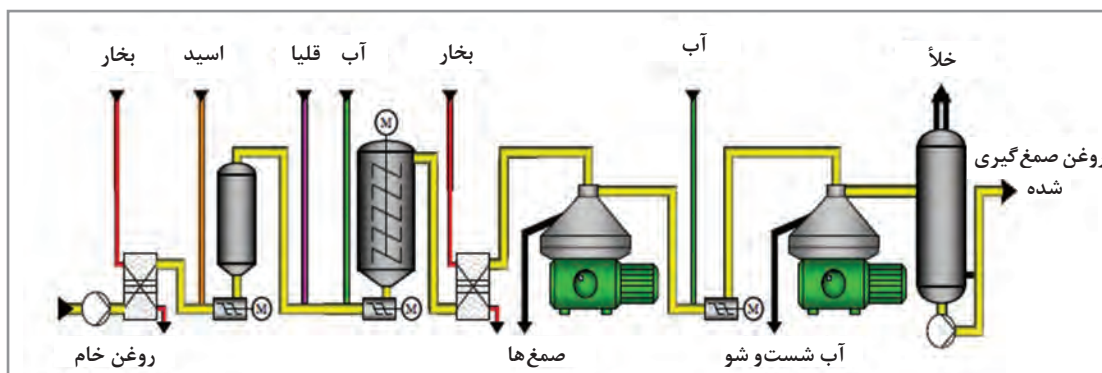
شکل ۳- سانتریفیوژ (سپراتور)

صمغ‌گیری با آب بیشتر برای بازیابی فسفاتیدها (لسیتین) از روغن سویا و روغن‌های غنی از صمغ کاربرد دارد. عملیات باید بدون شوک و فشار و با آهستگی انجام شود زیرا مخلوط روغن و آب و صمغ می‌تواند به راحتی امولسیون تشکیل دهد و باعث افزایش ضایعات روغن شود.

۲- صمغ‌گیری شیمیایی (صمغ‌گیری اسیدی): به دلیل واکنش‌های آنژیومی در طول مدت استخراج روغن، قسمتی از فسفاتیدها تبدیل به ترکیباتی می‌شوند که قابلیت جذب آب را ندارند. بنابراین برای خارج کردن این فسفاتیدها روش صمغ‌گیری با آب مؤثر نبوده و عمل صمغ‌گیری با استفاده از مواد شیمیایی که معمول‌ترین آنها فسفریک اسید است، کامل می‌شود. روغن سویا پس از صمغ‌گیری با آب هنوز دارای ۱۰ تا ۲۰ درصد فسفاتید به صورت نمک‌های کلسیم و منیزیم است که قابلیت جذب آب ندارند. قبل از تصفیه قلیایی لازم است که این فسفاتیدها توسط یک عمل صمغ‌گیری کامل با استفاده از فسفریک اسید خارج شوند. اصولاً این فرایند برای جدا شدن فسفاتیدهای غیرقابل هیدراته بسیار مناسب است. در دمای بین ۶۰ تا ۹۰ درجه سلسیوس اسید و روغن به شدت به هم زده می‌شوند. عمل هم زدن باید با سرعت بالا همراه باشد. به طوری که اندازه قطرات به زیر ۱۰ میکرون برسد.

چون بیشتر صمغ‌ها و فسفاتیدهای موجود در روغن سویا با آب هیدراته شده و با این روش از روغن جدا می‌شوند، بنابراین مقدار خیلی کمی از صمغ‌ها که هیدراته نشده و در روغن باقی می‌ماند باید با فسفریک اسید ۸۵ درصد با گرید غذایی در مرحله خنثی‌سازی از آن جدا شوند.

نکته



شکل ۴- فرایند صمغ‌گیری شیمیایی



## صمغ گیری از روغن خام

**ابزار و تجهیزات:** سانتریفیوژ، بشر ۶۰۰ میلی لیتری کوتاه (۲ عدد)، ترازو، همزن برقی، هیتر مگنت دار، دماسنج، آون، قیف شیشه‌ای، کاغذ صافی، مگنت، لوله آزمایش دردار، سرنگ، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

**مواد:** روغن سویا صمغ گیری نشده، آب مقطر

**روش کار:**

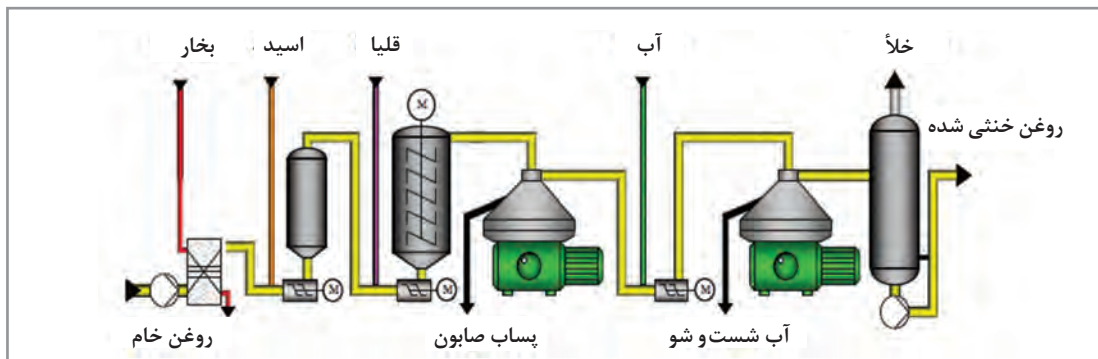
- هنجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- روغن خام صمغ گیری نشده را کاملاً یکنواخت کرده و حدود ۳۰۰ گرم از آن را در بشر وزن کنید.
- ۱۲ گرم آب مقطر به آن اضافه کنید.
- مگنت را داخل روغن انداخته و بشر را روی هیتر قرار دهید.
- دمای هیتر را روی ۷۰ درجه سلسیوس و سرعت آن را روی دور کند تنظیم کنید.
- پس از حدود ۱۰ دقیقه بشر را از روی هیتر بردارید.
- محتوی بشر را درون لوله‌های آزمایش دردار ریخته و سپس آنها را به صورت قرینه داخل سانتریفیوژ با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه و به مدت حدود ۵ دقیقه قرار دهید.
- پس از خاموش کردن سانتریفیوژ و اطمینان از متوقف شدن کامل آن، در آن را باز کرده و لوله‌ها را به آرامی خارج کنید.
- با استفاده از یک سرنگ روغن را از قسمت بالای لوله‌ها خارج کنید.
- با استفاده از کاغذ صافی روغن به دست آمده را صاف کنید.
- روغن صاف شده را در آون با دمای  $103 \pm 2$  درجه سلسیوس خشک کنید.
- این روغن را اصطلاحاً روغن سویای صمغ گیری شده (degummed) می‌نامند.

## ۲- مرحله خنثی سازی روغن

هنگام رسیدن میوه‌های روغنی و بعد از برداشت دانه‌های روغنی و نگهداری آنها در سیلو، آنزیم‌های لیپولیتیکی فعال می‌شوند که چربی را به اسید چرب آزاد و گلیسرول تجزیه می‌کنند. همچنین رشد میکروارگانیسم‌ها، موجب افزایش اسیدهای چرب آزاد می‌شود. افزایش اسیدهای چرب آزاد، موجب تسریع اکسیداسیون روغن خواهد شد. برای جلوگیری از اکسیداسیون روغن‌ها و افزایش زمان ماندگاری باید اسیدهای چرب آزاد را از روغن صمغ گیری شده جدا نمود.

هدف اصلی از این مرحله حذف اسیدهای چرب آزاد است. در این مرحله، علاوه بر اسیدهای چرب آزاد، فسفاتیدها، و مقادیری از رنگدانه‌ها با استفاده از یک ماده قلیایی (معمولاً سدیم هیدروکسید) جدا می‌شوند. در مرحله بعد روغن آب شویی شده و سپس با بهره‌گیری از سانتریفیوژ و یا دکانتور از روغن جدا می‌شوند. به‌طور کلی خنثی سازی شامل ۳ مرحله است: خنثی سازی، شست‌وشو و خشک کردن.

در شکل زیر، تصویری شماتیک از تأسیسات فرایند خنثی سازی نشان داده شده است.



شکل ۵- فرایند خنثی سازی روغن

به چه دلیل در این مرحله از ماده قلیایی استفاده می‌شود؟

پرسش



### اصول تصفیه قلیایی روغن‌ها

سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) معمول‌ترین ماده قلیایی مصرفی برای تصفیه روغن‌های خوراکی بوده و انتخاب غلظت و مقدار مناسب سود اثر زیادی در کیفیت روغن تصفیه شده دارد و به کارگیری روش مناسب برای جدا کردن روغن تصفیه شده از خمیر صابون، افت روغن خنثی را به حداقل می‌رساند. خنثی‌سازی اسیدهای چرب طی واکنش صابونی شدن زیر انجام می‌شود:



اسید چرب آزاد + هیدروکسید سدیم ← صابون + آب

این واکنش در فشار معمولی و درجه حرارت ۶۰ تا ۸۵ درجه سلسیوس انجام می‌شود. هدف از این مرحله صابونی کردن اسیدهای چرب آزاد روغن با افزودن سود است. در ادامه صابون تولید شده توسط نیروی ثقل یا سانتریفیوژ از روغن جدا می‌شود. سپس روغن شست‌وشو شده و باقی‌مانده صابون هم از آن خارج می‌شود.

تعیین مقدار سدیم هیدروکسید برای عملیات خنثی‌سازی روغن خوراکی: مقدار سود مصرفی در مرحله تصفیه قلیایی دارای اهمیت بسیار زیادی است زیرا مصرف سود کمتر باعث باقی ماندن اسیدهای چرب آزاد در روغن و مصرف سود بیشتر باعث صابونی شدن تری‌گلیسریدها و افت کمی روغن می‌شود. مقدار سود مصرفی برای این مرحله برابر اسیدهای چرب آزاد موجود در روغن است ولی باید مقداری سود اضافه برای تکمیل عملیات تصفیه، در نظر گرفت و این مقدار اضافی بستگی به کیفیت روغن (مقدار فسفاتیدها) و قدرت سود و تا حدی برحسب تغییرات مخلوط‌کن (زمان تماس) دارد. معمولاً قدرت محلول‌های سود براساس وزن مخصوص آنها تعیین و برحسب درجه بومه (Degree Bume) بیان می‌شود. به‌طور کلی طیف قدرت محلول‌های مورد استفاده در مرحله تصفیه قلیایی ۱۰ تا ۳۰ درجه بومه است.



چه رابطه‌ای بین درجه بومه و درجه بریکس وجود دارد؟

روغن‌های خوراکی دارای کیفیت خوب، با محلول‌های سود ۱۲، ۱۴ و ۱۶ درجه بومه تصفیه و خنثی می‌شوند. به طور کلی بهترین نتیجه با استفاده از سود نسبتاً ضعیف برای تصفیه روغن‌های دارای اسید چرب آزاد کم و سود قوی برای تصفیه روغن‌های دارای اسیدیته زیاد به دست می‌آید. مقدار سود مصرفی براساس درصدی از سرعت جریان روغن بیان و از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{مقدار سود مصرفی} = \frac{\text{مقدار سود اضافی} + (\text{FFA} \times 0.142)}{\text{درصد NaOH} / 100}$$

در این فرمول عدد ۰/۱۴۲ = نسبت وزن مولکول سدیم هیدروکسید به اولئیک اسید است.

FFA: درصد اسید چرب آزاد

NaOH: عبارت است از مقدار سدیم هیدروکسید بر حسب درصد که بیانگر درجه بومه (قدرت محلول سود) سود مصرفی در دمای ۱۵ درجه سلسیوس است.

مثال ۱

اگر اسیدهای چرب یک روغن ۰/۶۵ درصد و مقدار سود اضافی برای خنثی‌سازی ۰/۱ درصد و قدرت سود ۱۴ درجه بومه برابر مقدار ۹/۵ درصد سدیم هیدروکسید باشد، مقدار سود مصرفی چقدر خواهد بود؟



پاسخ



$$\text{مقدار سود مصرفی} = \frac{0.1 + (0.65 \times 0.142)}{9.5 / 100} = 2.02$$

مثال ۲

اگر اسید چرب آزاد یک روغن ۰/۷۵ درصد و مقدار سود اضافی ۰/۱ درصد و قدرت سود ۱۶ درجه بومه باشد، مقدار سود مصرفی مطابق معادله زیر ۱/۸۶ درصد است:



$$\text{مقدار سود مصرفی} = \frac{0.1 + (0.75 \times 0.142)}{0.11102} = 1.86$$

تصفیه قلیایی (خنثی‌سازی) می‌تواند به صورت غیرمداوم و یا مداوم انجام شود.

**۱ تصفیه قلیایی (خنثی‌سازی) در سیستم غیرمداوم (بچ):** امروزه تصفیه قلیایی به روش غیرمداوم، در بعضی از کارخانه‌های کوچک تصفیه روغن انجام می‌شود.

سیستم غیرمداوم دارای مزایایی است. این روش هزینه سرمایه‌گذاری کمی داشته و تجهیزات را می‌توان به طور محلی ساخت. برای ظرفیت‌های کم مناسب بوده و هر نوع روغن با هر نوع کیفیتی را می‌توان تصفیه کرد. از معایب تصفیه غیرمداوم، افت زیاد و بالا بودن هزینه راهبری به دلیل مصرف زیاد انرژی و آب و همچنین آلودگی زیاد محیط زیست است.

تجهیزات لازم برای تصفیه غیرمداوم، ساده و شامل یک تانک یا مخزن مجهز به همزن (تا تماس بین قلیا و روغن به خوبی انجام گیرد) و کویل‌های بخار برای گرم کردن است. ته تانک مخروطی شکل و همزن از نوع پارویی بوده و دور آن قابل تنظیم است.

همزن دور تند برای مخلوط کردن شدید روغن با سود و همزن دور کند برای به حالت تعلیق درآوردن صابون است. حرارت روغن در تانک باید به‌طور سریع بالا رفته و به مقدار لازم برای فرایند رسانده شود. تصفیه غیرمداوم، به دو روش خشک و مرطوب انجام می‌شود. تفاوت این دو در مقدار و نحوه استفاده از محلول سود (قلیا) است.

در تصفیه بچ به روش خشک، روغن با سود نسبتاً قوی مخلوط و خمیر صابون به‌صورت جامد یا نیمه‌جامد در روغن خشک شده جدا می‌شود. این روش سریع و مناسب بوده و خمیر صابون حالت غلیظ و روغن تصفیه شده بدون صابون و رطوبت است.

برای تصفیه روغن‌های دارای اسیدچرب آزاد زیاد که تشکیل خمیر صابون نرم می‌دهند، نظیر روغن زیتون و بزرک، تصفیه به‌صورت مرطوب مناسب است.

در روش مرطوب روغن تا ۶۵ درجه سلسیوس حرارت داده شده و برای مدت زمان معین با سود مخلوط و سپس با آب داغ شسته شده و خمیر صابون ته‌نشین و جدا می‌شود. برای خالص کردن روغن چندین بار شست‌وشو و جدا کردن لازم بوده و سپس روغن تصفیه شده تحت خلأ خشک و برای بی‌رنگ کردن آماده است.

**۲ تصفیه قلیایی (خنثی‌سازی) مداوم:** در این روش محلول سود (قلیایی) و روغن توسط دستگاه‌های مخلوط‌کن به‌طور مداوم مخلوط و سپس جدا کردن خمیر صابون و روغن به‌وسیله سانتریفیوژ انجام می‌شود. در روش تصفیه مداوم



استفاده از جداکننده سانتریفیوژی افت‌ها را در مقایسه با روش غیرمداوم کاهش داده است.

شکل ۶- سیستم خنثی‌سازی مداوم روغن

برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول «مقدار قلیا یا سود کاستیک برای خنثی‌سازی انواع روغن‌های گیاهی» کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.

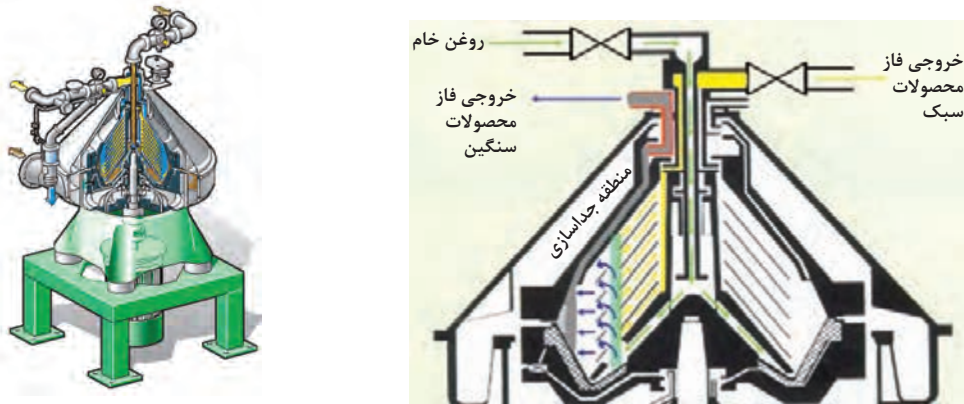
نکته



**مزایای روش تصفیه مداوم به شرح زیر است:**

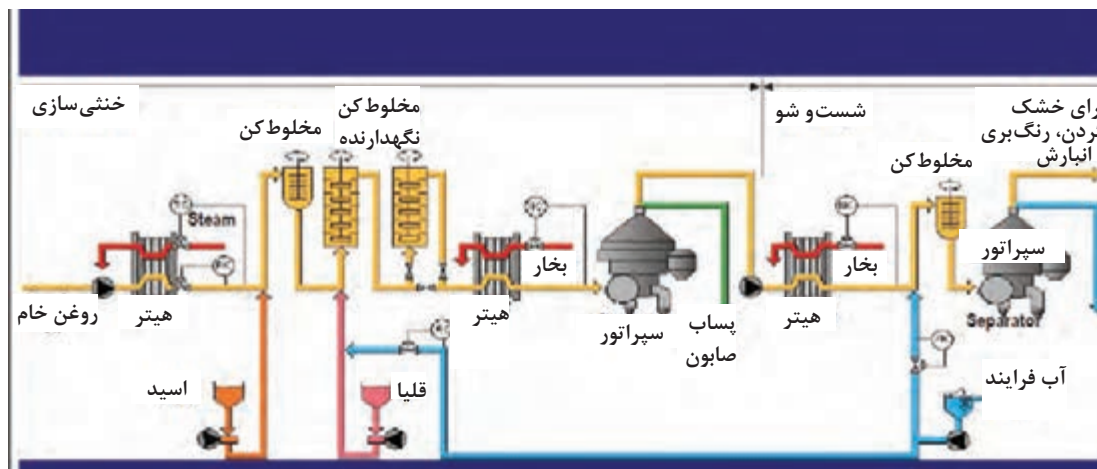
- زمان تماس بین روغن و قلیا کاهش یافته، در نتیجه صابونی شدن روغن خنثی کاهش می‌یابد.
- بهبود جدا شدن روغن و خمیر صابون سبب کاهش افت‌ها شده است.
- کنترل بهتر فرایند سبب تولید روغن تصفیه شده با کیفیت بهتر و ثابت‌تر شده است.

به طور کلی سانتریفیوژها دو نوع هستند. نوع قدیمی تر، کاسه‌ای-لوله‌ای است ولی ظرفیت آن کم بوده و نمی‌توان آن را به طور خودکار تخلیه نمود. نوع دیگر سانتریفیوژها، نوع کاسه‌ای-صفحه‌ای است. این نوع سانتریفیوژها این قابلیت را دارند که به صورت خودکار تمیز شوند. در شکل زیر شماتیکی از دستگاه سانتریفیوژ نمایش داده شده است:



شکل ۷- شماتیک سانتریفیوژ

پس از خارج شدن روغن از سپراتور (سانتریفیوژ)، از آنجا که هنوز مقادیری صابون در روغن وجود دارد، توسط شست‌وشو با آب، این ناخالصی‌ها را جدا می‌کنند. برای این کار روغن را با ۱۰ تا ۲۰ درصد آب نرم (سختی‌گیری شده) که حرارت آن ۸۵ تا ۹۵ درجه سلسیوس است، مخلوط می‌کنند. برای مخلوط کردن روغن با آب از مخلوط‌کن‌های ثابت، تیغه‌ای و صفحه‌ای استفاده می‌شود. سپس فاز آبی و روغنی توسط سانتریفیوژ از هم جدا می‌شوند. روغن شسته شده سپس در خشک‌کن‌های تحت خلأ به طور مداوم خشک می‌شود. روغن خشک شده باید در پایان تصفیه‌ی قلیایی مداوم کمتر از ۱/۰ درصد و ترجیحاً ۵/۰۵ درصد رطوبت داشته و میزان صابون که بر حسب سدیم اولئات تعیین می‌شود از ۵۰ ppm (قسمت در میلیون) تجاوز نکند. شکل زیر شماتیکی از مراحل خنثی‌سازی مداوم توسط سانتریفیوژ را نشان می‌دهد.



شکل ۸- فرایند خنثی‌سازی مداوم با سانتریفیوژ

## مراحل خنثی سازی مداوم

در زیر نموداری از جریان فرایند خنثی سازی مداوم به نمایش در آمده است:

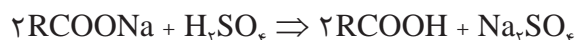


## فراوری و مصرف خمیر صابون

صابون، فراورده جنبی فرایند تصفیه شیمیایی روغن است. مواد صابونی شامل نمک‌های سدیمی اسیدهای چرب آزاد خنثی شده و همچنین حاوی مقادیری تری آسیل گلیسرول‌ها، فسفاتیدها، پروتئین‌ها، رنگدانه‌ها و ترکیبات دیگر است. در بعضی از کشورها، با مخلوط کردن این ترکیبات با مواد دیگر، صابون با کیفیت پایین و یا خوراک دام تهیه می‌شود.

ارزش خمیر صابون را برحسب مقدار اسیدچرب موجود در آن (به حالت ترکیب شده و آزاد) تعیین می‌کنند. اگر روش تصفیه قلیایی به صورت غیرمداوم باشد مقدار کل اسیدچرب خمیر صابون بیشتر از روش مداوم است. خمیر صابون را به صورت خام یا اسیدی شده به بازار عرضه می‌کنند.

روش معمول عمل‌آوری خمیر صابون، اسیدی کردن آن در دمای ۸۰ تا ۹۰ درجه سلسیوس است. در این روش خمیر صابون را با سولفوریک اسید برای آزاد شدن اسیدهای چرب مخلوط می‌کنند. اسیدهای چرب آزاد شده را، می‌توان در تهیه خوراک دام، صابون‌سازی و ... استفاده کرد. خمیر صابون اسیدی شده حداقل ۸۵ و حداکثر ۹۵ درصد اسید چرب آزاد دارد.



سدیم سولفات + اسید چرب آزاد → سولفوریک اسید + صابون

### تصفیه قلیایی (خنثی‌سازی) روغن‌های خام

ابزار و تجهیزات: بشر ۸۰۰ میلی‌لیتری، ترازو، بن‌ماری، هیتر مغناطیسی، مگنت، بومه‌سنج، کاغذ صافی، قیف، لباس‌کار، دستکش، ماسک و کلاه  
مواد: روغن خام سویا، محلول سود رقیق شده برای مصرف  
روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- مقدار ۵۰۰ گرم روغن خام سویای کاملاً یکنواخت شده را در بشر وزن کنید.
- مگنت را داخل روغن بیندازید.
- بشر را روی هیتر قرار داده و همزن آن را روی دور تند تنظیم کنید.
- سود را به روغن داخل بشر اضافه کنید.
- بعد از ۹۰ دقیقه هیتر را روشن کرده و دمای آن را روی ۶۵ درجه سلسیوس تنظیم کرده و سرعت همزن را روی دور کند قرار دهید.
- بعد از ۲۰ دقیقه بشر را به بن‌ماری با دمای ۶۵ درجه سلسیوس منتقل کنید و به مدت ۱ ساعت در آن قرار دهید.
- سپس روغن را به مدت حدود ۱۲ ساعت در یخچال قرار دهید.
- روغن را با استفاده از کاغذ صافی از صابون جدا کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی



نکته



در صنعت برای کفایت عمل خنثی‌سازی، روغن خنثی شده استحصال را از نظر درصد اسیددیده و رنگ مورد آزمایش قرار داده و با نتایج آزمایش روغن قبل از تصفیه مقایسه می‌کنند.

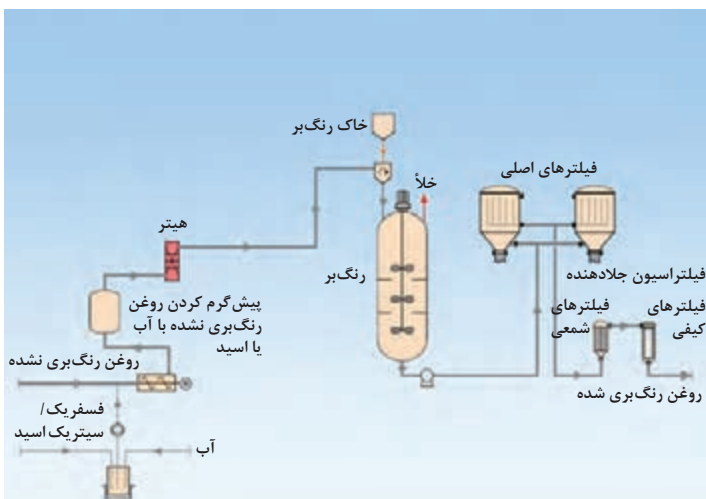


## ۳- مرحله رنگبری

برای تهیه یک روغن با کیفیت خوب، رنگدانه‌های موجود در آن باید تا جای ممکن کاهش پیدا کند. در مرحله تصفیه شیمیایی با قلیا قسمتی از رنگدانه‌ها کاهش پیدا می‌کنند ولی باز هم روغن دارای رنگدانه‌ها و ناخالصی‌هایی است که در فرایند رنگبری با خاک رنگ‌بر باید از روغن جدا شوند.

### اصول رنگبری روغن‌ها

فرایند بی‌رنگ کردن اساساً یک عمل جذب فیزیکی است که رنگدانه و بسیاری از ناخالصی‌های روغن جذب خاک رنگ‌بر شده و از روغن خارج می‌شوند. در بیشتر موارد بی‌رنگ کردن، آخرین فرصت برای خارج کردن ناخالصی‌های باقی‌مانده در روغن است. هدف اصلی از بی‌رنگ کردن کاهش رنگ روغن‌ها است، ولی خارج شدن ناخالصی‌هایی



شکل ۹- فرایند رنگبری روغن

نظیر صمغ‌ها، صابون‌ها، فلزات کمیاب و محصولات اکسیداسیون از روغن در این مرحله، سبب بهبود مراحل بعدی فرایند چربی‌ها و روغن‌ها (هیدروژناسیون و بی‌بو کردن) شده و در نهایت در کیفیت و خصوصیات طعم و پایداری محصول نهایی مؤثر است.

رنگدانه‌های عمده در روغن‌های خوراکی، کلروفیل و کاروتنوئیدها هستند. کلروفیل باید در فرایند بی‌رنگ کردن از روغن خارج شود در حالی که کاروتنوئیدها در مراحل بعدی فرایند نیز در اثر حرارت از بین می‌رود.

معمول‌ترین جاذب مورد استفاده در بی‌رنگ کردن روغن‌های خوراکی، خاک رنگ‌بر است. کربن فعال و سیلیس نیز به عنوان ماده جاذب (خاک رنگ‌بری) در فرایند روغن‌ها به کار می‌روند. میزان خاک رنگ‌بر ۱۵٪ تا ۳ درصد وزن روغن و معمولاً کمتر از ۱ درصد وزن روغن است.

### انواع خاک رنگ‌بر:

- ۱ **خاک رنگ‌بر طبیعی:** از آلومینیوم سیلیکات تشکیل شده است.
- ۲ **خاک رنگ‌بر فعال شده با اسید:** با اسیدی کردن خاک رنگ‌بر توسط سولفوریک اسید، قدرت رنگبری خاک را افزایش می‌دهند. برای حذف کلروفیل از روغن باید از خاک رنگ‌بر اسیدی استفاده کرد.



شکل ۱۰- خاک رنگ‌بر

### ۳ کربن فعال: جاذب بهتری

برای مقادیر کم صابون باقی‌مانده و مخصوصاً رنگدانه‌های قرمز، آبی و سبز روغن‌هایی نظیر نارگیل و هسته پالم است. همچنین کربن فعال هیچ‌گونه طعم و بوی اضافی در روغن ایجاد نمی‌کند، ولی به خاطر گرانی و جذب زیاد روغن معمولاً به صورت مخلوط با خاک رنگ‌بر (۵ تا ۱۰ درصد وزن خاک رنگ‌بر) به کار می‌رود.

در فرایند رنگ‌بری، همراه با خاک رنگ‌بر، خاک کمک صافی هم مورد استفاده قرار می‌گیرد. خاک کمک صافی به منظور کمک به عمل صاف کردن و سرعت بخشیدن به عبور روغن از فیلتر پرس‌ها است. عملیات رنگ‌بری علاوه بر کاهش و یا حذف رنگدانه‌ها، باعث حذف برخی از ناخالصی‌ها از روغن هم می‌شود. خاک رنگ‌بر باعث تجزیه پراکسیدهای حاصل از اکسیداسیون می‌شود به طوری که اندیس پراکسید روغن بلافاصله پس از رنگ‌بری به صفر می‌رسد و همچنین عملیات رنگ‌بری قادر به حذف باقی‌مانده‌های صابون و فسفاتیدها از روغن است. خاک رنگ‌بر همراه با کربن فعال می‌تواند ناخالصی‌های دیگر مثل آهن و مس را از روغن جدا کند. این فلزات باعث اکسیداسیون روغن‌ها می‌شوند. در جدول ۴ نتایج و اثرات استفاده از خاک رنگ‌بر و جاذب‌های دیگر بر روی روغن رنگ‌بری شده بیان شده است.

جدول ۴

ردیف	نوع خاک خاک رنگ‌بر به تنهایی یا به همراه جاذب	نتایج به دست آمده
۱	خاک رنگ‌بر	کاهش رنگ، کاهش پراکسید
۲	خاک کمک صافی	کمک به صاف کردن روغن
۳	کربن فعال	کاهش یا حذف ناخالصی‌های فلزی مثل آهن و مس، کاهش رنگ سبز و رنگ‌های تیره در روغن، کاهش صابون باقی‌مانده

به نظر شما دلیل لزوم انجام عملیات رنگ‌بری روغن چیست؟

پرسش



رنگ‌بری به دو روش غیرمداوم و مداوم انجام می‌شود.

### الف) رنگ‌بری غیرمداوم

- معمولاً خاک رنگ‌بر و یا مخلوط خاک و کربن در حرارت ۷۵ تا ۸۲ درجه سلسیوس به روغن در تانک استوانه‌ای در باز با انتهای مخروطی مجهز به همزن مکانیکی اضافه می‌شود.
- در حالی که روغن همزده می‌شود حرارت را به ۸۸ تا ۱۱۰ درجه سلسیوس می‌رسانند و مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه عمل هم زدن را ادامه می‌دهند.
- سپس روغن و خاک را ۷۵ تا ۸۲ درجه سلسیوس سرد می‌کنند و برای جداسازی خاک از روغن به طرف فیلتر پرس پمپ می‌کنند.

**ب) رنگ‌بری مداوم:** رنگ‌بری مداوم که تحت خلأ انجام می‌شود روغن را در برابر اثرات مضر اکسیداسیون محافظت می‌کند. خارج کردن هوا از روغن که به وسیله اسپری کردن روغن در خلأ صورت می‌گیرد، کامل تر از خروج هوا به وسیله هم زدن در سیستم غیرمداوم است. همچنین زمان تماس روغن و خاک کوتاه تر است، در نتیجه امکان ایجاد اسیدهای چرب آزاد کمتر خواهد بود.

- در رنگ‌بری مداوم روغن از مخزن نگهداری به طور مداوم با مقدار معینی از مواد جاذب مخلوط می‌شود و مخلوط حاصله در قسمت فوقانی یک برج تحت خلأ اسپری می‌شود و بدین ترتیب هوا و رطوبت خارج می‌شود.
- دمای روغن ۵۵ درجه سلسیوس و خلأ حدود ۱۵ اینچ جیوه است. مخلوط روغن و خاک از قسمت فوقانی

به وسیله پمپ کشیده شده و به وسیله گرمکن تا ۱۱۰ درجه سلسیوس حرارت می بیند و به قسمت فوقانی برج اسپری می شود. مقدار کمی بخار خشک در هر قسمت برج برای هم زدن روغن و کمک به خروج هوا و رطوبت استفاده می شود.



شکل ۱۱- سیستم رنگ بری

۲ از قسمت تحتانی روغن به فیلترپرس فرستاده می شود تا خاک جداسازی شده و روغن پس از عبور از دستگاه سردکن به مخزن نگهداری پمپ می شود. معمولاً در موقع صاف کردن روغن در فیلتر پرس از مواد کمکی (کمک فیلتر) استفاده می شود.

روغن پس از عملیات رنگ بری به اکسیداسیون بسیار حساس می شود. بنابراین پس از این مرحله باید روغن را تحت خلأ یا گاز ازت نگهداری کرد.

نکته



برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول «شرایط رایج برای رنگ بری انواع روغن های خوراکی» کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.

نکته



### رنگ بری روغن ها

ابزار و تجهیزات: ترازو، هیتر مغناطیسی با درجه تنظیم حرارت، دامسج، بشر، قیف شیشه ای با قطر ۱۰ سانتی متر، کاغذ صافی، پایه فلزی با گیره حلقوی، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

مواد: روغن سویا خنثی شده، ترکیب رنگ بر

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- حدود ۲۰۰ گرم از روغن را داخل بشر ۴۰۰ میلی لیتری ریخته و مگنت را داخل آن بیندازید.
- هیتر را روی دمای ۵۰ درجه سلسیوس و سرعت ۷۰ دور در دقیقه تنظیم کنید.
- بشر را روی هیتر قرار دهید تا دمای آن به ۵۰ درجه سلسیوس برسد.
- ترکیب رنگ بر را به روغن اضافه کنید و درجه هیتر را طوری تنظیم کنید که دمای آن به حدود ۱۲۰ درجه سلسیوس و سرعت ۲۵۰ دور در دقیقه برسد.
- پس از ۵ دقیقه هم زن را خاموش کنید.
- با استفاده از کاغذ صافی روغن را از ترکیب رنگ بر جدا کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی



۱ برای تهیه ترکیب رنگ بر، ۲ گرم خاک بی رنگ کننده، ۰/۲ گرم خاک کمک صافی و ۰/۲ گرم کربن فعال را با هم مخلوط کنید.

نکته



۲ در صنعت برای کفایت عمل رنگ بری، روغن استحصالی را از نظر رنگ، صابون و درصد پراکسید مورد آزمایش قرار داده و با نتایج آزمایش روغن قبل از عمل رنگ بری مقایسه می کنند.



شکل ۱۲- تجهیزات رنگ‌بری تحت خلأ آزمایشگاهی

## ۴- مرحله بی‌بو کردن

بی‌بو کردن آخرین مرحله از پالایش روغن است. هدف از بی‌بو کردن خارج کردن ناخالصی‌های فرار معطر از روغن و تولید یک محصول بدون طعم و با بوی خالص است. و اساس این عمل تقطیر با بخار در دمای بالا و تحت خلأ است.

این فرایند اسیدهای چرب آزاد، پراکسیدها، مواد فرار و سبک حاصل از تجزیه هیدروپراکسیدها مانند ستن‌ها و آلدئیدها که بوی نامطلوب دارند، تبخیر شده و از روغن خارج می‌شوند. به این ترتیب عمر نگهداری روغن افزایش می‌یابد. به علاوه در دماهای بالای مورد استفاده رنگ‌دانه‌های کارتنوئیدی نیز تجزیه شده و در نتیجه چربی‌ها و روغن‌ها کمرنگ‌تر می‌شوند. قسمتی از تری‌گلیسریدها در اثر دمای بالا تجزیه شده و بخشی از آنها به ویژه تری‌گلیسریدهای با وزن مولکولی پایین همراه با بخار از روغن خارج می‌شوند. به این ترتیب مرحله بی‌بو کردن باعث افت کمی روغن می‌شود. افت روغن در اثر بی‌بو کردن بین ۰/۲ تا ۰/۸ درصد وزن روغن است.

به‌طور کلی روغن قبل از بی‌بو کردن قابل خوراک نیست ولی پس از خروج از این مرحله با توجه به اینکه تمام ناخالصی‌های زائد و بوی نامطلوب از روغن خارج شده بنابراین روغن شفاف و عاری از مواد زائد و بدون بو و طعم نامرغوب قابل خوراک خواهد بود.

### اصول بی‌بو کردن

اساس بی‌بو کردن، اختلاف فراریت بین ناخالصی‌های فرار در روغن و بخش گلیسریدی (تری‌آسیل‌گلیسرول) است. بی‌بو کردن یک فرایند انتقال جرم است که از طریق حرارت دادن روغن در دمای بالا (بالا‌تر از ۲۰۰ درجه سلسیوس) و تحت خلأ انجام می‌شود و از یک گاز همزن که معمولاً بخار آب است برای هم زدن روغن و تسهیل تبخیر استفاده می‌شود. تزریق بخار همزن به داخل روغن فراریت این ناخالصی‌ها را افزایش داده و وجود خلأ در طول مدت بی‌بو کردن، روغن داغ را از اکسید شدن حفظ می‌کند. در بی‌بو نمودن از ماده ضد کف متیل سیلیکون به میزان ۱۵ ppm استفاده می‌شود. و برای جلوگیری از اکسیداسیون روغن، به میزان ۰/۲ درصد آنتی‌اکسیدان استفاده می‌شود. همچنین در انتهای بی‌بو کردن، سیتریک اسید به‌عنوان یک ماده چنگالی‌کننده فلزات مس و آهن اضافه می‌شود. برای اطمینان از اینکه روغن بی‌بو شده کیفیت خود را به

مدت زمان طولانی حفظ کند، افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها و چنگالی‌کننده‌ها در مراحل انتهایی عملیات بی‌بو کردن و هنگام سرد کردن روغن انجام می‌شود. مثلاً سیتریک اسید باید در درجه حرارتی کمتر از ۱۵۰ درجه سلسیوس به روغن اضافه شود تا از تجزیه آن توسط حرارت جلوگیری شود.



### عوامل مؤثر بر فرایند بی‌بو کردن

**دما:** با افزایش دما، زمان بی‌بو کردن کاهش می‌یابد. افزایش درجه حرارت باعث کاهش مقدار مصرف بخار همزن می‌شود و در نهایت افت روغن توسط کشیده شدن در بخار کاهش می‌یابد.

در دماهای بالاتر به سبب خارج شدن یا غیرفعال شدن رنگ‌دانه‌ها، پراکسیدها و ترکیبات کم‌میزان، بی‌رنگ شدن حرارتی اتفاق می‌افتد. اما با افزایش دما از یک سو میزان تجزیه هیدروپراکسیدها و نیز امکان تشکیل ایزومرهای ترانس اسیدهای چرب افزایش می‌یابد.

**فشار:** به واسطه دمای خیلی بالای عملیات بی‌بو کردن، برای جلوگیری از بروز پدیده اکسیداسیون روغن‌ها، این عملیات تحت خلأ شدید انجام می‌گیرد به طوری که دستگاه‌های بی‌بوکننده با فشاری در حدود (۰/۳ تا ۰/۸) کیلو پاسکال کار می‌کنند. مقدار بخار همزن با فشار مطلق بی‌بوکننده نسبت مستقیم دارد. برای مثال در فشار

۰/۸ کیلو پاسکال مقدار بخار همزن چهار برابر وقتی است که فشار برابر ۰/۲ کیلو پاسکال باشد. استفاده از مقدار بیشتری بخار همزن و زمان بی‌بو کردن طولانی‌تر سبب افزایش هیدرولیز گلیسرید و افزایش افت روغن می‌شود.

نکته

فشار اتمسفری یعنی فشار هوا کنار دریا معادل ۱۰۱ کیلو پاسکال است. به این ترتیب فشار کمتر از ۱ کیلو پاسکال که در این مرحله با آن روبه‌رو هستیم در حد خلأ است.



**تأثیر گاز همزن:** بخار مورد استفاده در سیستم بی‌بو کردن اصلاً برای افزایش دمای روغن نیست بلکه این بخار تنها عملیات هم‌زنی را انجام می‌دهد. افزایش بخار همزن به مقدار بیشتر از حد مطمئن سبب نقص در سیستم خلأ شده و کاهش بخار همزن نیز گرچه می‌تواند افت روغن در اثر کشیده شدن در بخار و هیدرولیز را کاهش دهد ولی اثری در انرژی لازم برای سیستم خلأ نداشته یا این تأثیر کم است.

نکته

برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول «شرایط رایج برای بی‌بو کردن انواع روغن‌های گیاهی خوراکی» کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.



چرا از بخار آب برای افزایش دمای روغن در مرحله بی‌بو کردن استفاده نمی‌شود؟ به‌جای آن از چه ماده‌ای استفاده می‌کنند.

تحقیق کنید



### انواع بی‌بوکننده‌ها

**الف) بی‌بوکننده غیر مداوم (سیستم بیج):** این بی‌بوکننده شامل یک استوانه عمودی است که بالای آن مسطح یا مخروطی شکل است. معمولاً تا ارتفاع ۲/۵ تا ۳ متر روغن و به همان اندازه فضای خالی روی سطح روغن وجود دارد. بخار از انتهای مخزن و از طریق لوله مدور سوراخ‌دار به داخل روغن تزریق می‌شود. دستگاه بی‌بوکننده مجهز به سیستم خلأ، گرم‌کن و سردکن روغن، دماسنج و فشارسنج است. در یک سیستم غیر مداوم، دمای روغن ۲۰۵ تا ۲۴۵ درجه سلسیوس، فشار ۶ تا ۱۲ میلی‌متر جیوه با زمان ۸ ساعت (یک سیکل شامل پر کردن، حرارت



دادن، بی‌بو کردن، سرد کردن و تخلیه) است. در این سیستم بخار عامل همزن و افزایش راندمان بی‌بو کردن است و عامل گرم‌کننده روغن نیست. گرم و سرد کردن روغن توسط لوله‌های مارپیچ (کوئل) داخلی یا به‌وسیله جریان چرخشی با فشار از بین مبدل‌های حرارتی خارجی انجام می‌شود. بی‌بو کردن بیج مناسب برای کارخانه‌هایی با ظرفیت کم، معمولاً کمتر از ۱۰۰ تن در ۲۴ ساعت است.

شکل ۱۳- سیستم بی‌بوکننده غیر مداوم

ب) بی بوکننده نیمه مداوم: اگر چه عمل بی بو کردن اساساً به طور مداوم صورت می گیرد اما از آنجا که در این سیستم روغن به صورت قسمت های جداگانه و مجزا بی بو می شود به آن سیستم نیمه مداوم گفته شده است. این دستگاه شامل یک مخزن فولادی بسیار بلند عمودی استوانه ای شکل است که داخل آن معمولاً ۵ سینی به قطر ۱/۵ تا ۲ متر و ارتفاع ۶۵ سانتی متر با فواصل معین بر روی یکدیگر قرار دارند. ابتدا روغن وارد مخزن اندازه گیری می شود که حجم آن معادل ظرفیت یک سینی بی بوکننده است. روغن از مخزن وارد اولین سینی در بالای دستگاه می شود. زمان توقف در هر سینی ۳۰ دقیقه است. در سینی اول روغن با بخار تا حدود ۱۶۵ درجه سلسیوس گرم می شود و هوای داخل روغن خارج می شود، سپس روغن به سینی دوم ریخته می شود که تا دمای لازم برای بی بو کردن یعنی ۲۲۰ تا ۲۵۰ درجه سلسیوس به وسیله مایع دثوترم گرم می شود. روغن از سینی دوم به سینی سوم و سپس چهارم جریان می یابد در این دو سینی عمل بی بو کردن به وسیله دمیدن بخار به داخل روغن انجام می شود. البته در سینی های دیگر نیز مقدار مختصری بخار آب به منظور کمک به خروج هوا و برای هم زدن روغن دمیده می شود. سپس روغن به سینی پنجم ریخته می شود و توسط کویل آب سرد تا دمای حدود ۶۰ درجه سلسیوس خنک می شود.

در مرحله سرد کردن و زمانی که دمای روغن به کمتر از ۱۵۰ درجه سلسیوس برسد، به طور اتوماتیک مقداری حدود ۱/۰ درصد اسید سیتریک به عنوان تقویت کننده (سینرژیزت) به صورت محلول به روغن اضافه می شود و روغن به محفظه انتهای برج بی بوکننده انتقال پیدا کرده و از آنجا به فیلتر پرس مدور که دارای ۱۰ الی ۱۵ صفحه مشبک با فیلترهای کاغذی است وارد شده و پس از صاف شدن به قسمت بسته بندی هدایت می شود.

چرا مواد افزودنی مثل سیتریک اسید یا رنگ دانه ها در مرحله سرد کردن پس از بی بو کردن به روغن افزوده می شوند؟

پرسش



تمام اعمالی که در این مرحله انجام می شود تحت خلأ یعنی در فشار پایین تر از ۶ میلی متر جیوه است. هر چه فشار بالاتر باشد مقدار مصرف بخار بیشتر می شود. اگر فشار بین ۶ الی ۱۲ میلی متر جیوه باشد مقدار مصرف بخار دو برابر و اگر فشار یک اینچ جیوه باشد مقدار بخار لازم چهار برابر خواهد شد.

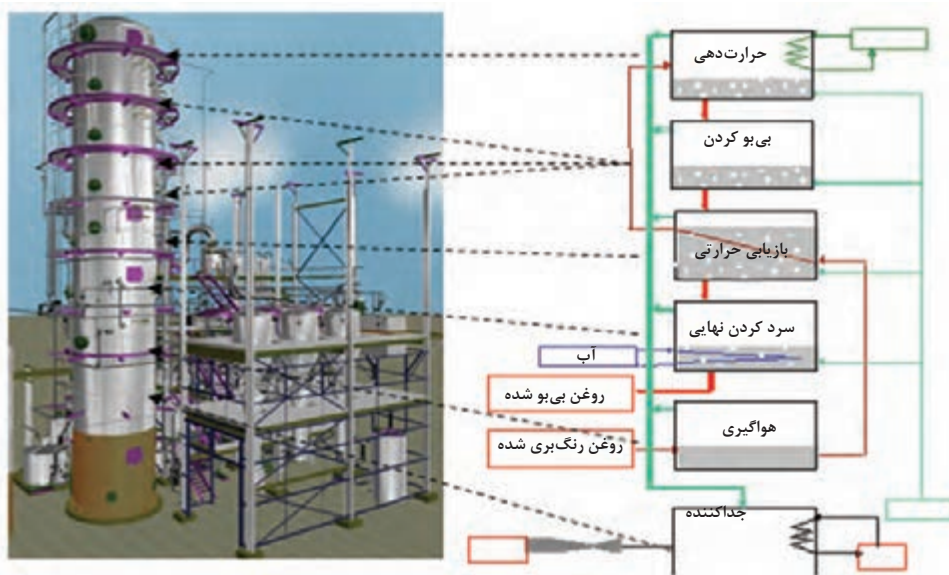
بیشتر بدانید



دثوترم، مخلوط یکنواخت دی فنیل و دی فنیل اکسید است که نقطه جوش آن در فشار اتمسفر ۲۶۰ درجه سلسیوس است. بنابراین از بخار آن می توان برای حرارت دادن در درجات بالا استفاده کرد.

شکل ۱۴- بی بوکننده غیر مداوم

ج) بی بوکننده مداوم: این دستگاه یک برج فولاد ضدزنگ مجهز به سینی‌های کم عمق است. روغن از سینی‌ها به سمت پایین برج و در جهت مخالف حرکت بخار جریان دارد. روغن خام پس از هواگیری تحت خلأ به وسیله تبادل حرارتی با روغن داغ خروجی و سپس با دئوترم گرم می‌شود. روغن بی بو شده به وسیله پمپ از یک دستگاه تبادل حرارتی روغن عبور می‌کند و سپس از یک دستگاه خنک کننده گذشته، به مخزن نگهداری و یا فیلتر روغن هدایت می‌شود. خلأ در بالای برج ۶ و در پایین ۱۸ تا ۲۲ میلی متر جیوه است. درجه حرارت معمولاً ۲۳۰ تا ۲۴۵ درجه سلسیوس و زمان باقی ماندن روغن در سینی‌ها ۲۰ دقیقه است.



شکل ۱۵- سیستم بی بوکننده مداوم

### بی بو کردن روغن‌ها

- به همراه هنرآموز خود از یک کارخانه تولید روغن خوراکی بازدید به عمل آورید.
- از عملیات بی بو کردن روغن گزارشی تهیه و در کلاس ارائه دهید.

فعالیت  
عملی



شکل ۱۶- دستگاه بی بوکننده آزمایشگاهی



## ۵- مرحله بسته بندی

### اصول بسته بندی روغن

انواع متفاوتی از بسته بندی های شیشه ای، فلزی و پلیمری برای روغن و چربی در دسترس هستند. خصوصیات عایق بودن مواد بسته بندی در مقابل رطوبت، اکسیژن و تأثیر متقابل مواد تشکیل دهنده غذا با مواد بسته بندی اثر تعیین کننده ای در کیفیت و زمان ماندگاری غذاهای بسته بندی شده دارد.

با اینکه اغلب لایه های نازک پلاستیکی در برابر مواد تشکیل دهنده غذا تقریباً بی اثرند، ولی بخش کوچکی از اجزای منومری و یا افزودنی هایی که در ساخت لایه های بسته بندی به منظور پایداری، شکل پذیر بودن و یا دیگر خصوصیات عملکردی به کار می روند، ممکن است به داخل مواد غذایی مهاجرت کنند. مطالعات نشان داده است که مهاجرت از راه تماس مستقیم لایه بسته بندی با سطوح غذایی چرب و دمای بالا به مراتب می تواند زیادتر باشد. براساس مطالعات انجام شده کاهش پایداری روغن های گیاهی در صورت استفاده از بطری های PP (پلی پروپیلن) و PS (پلی استایرن) نسبت به PET (پلی اتیلن ترفتالات) و PVC (پلی وینیل کلراید) بیشتر است. پایداری روغن در شیشه های رنگی نسبت به شیشه های شفاف بیشتر است. قوطی های لاک دار نیز دارای پایداری اکسایشی قوی تر از همه بطری های پلاستیکی هستند.

اولین چیزی که در بسته بندی روغن باید رعایت شود این است که محیط بسته بندی کاملاً بهداشتی باشد و افرادی که در تماس مستقیم با محصول قرار دارند نکات بهداشتی را کاملاً رعایت نمایند. (مجموعه مقرراتی که تولید را در یک محیط بهداشتی میسر می کند، اصول GMP نام دارد.)

محصول تولیدی در این بخش اگر قرار است، به کارخانه های دیگر برای تولید محصولات غذایی مثل کارخانه های تولید کیک و کلوچه منتقل شود نیاز به بسته بندی نداشته و به صورت فله و یا در بسته بندی های بزرگ حمل می شود این نوع بسته بندی و شیوه حمل باید دارای شرایط زیر باشد:

۱ ظرف یا مخزن مورد نظر برای حمل باید مخصوص حمل روغن خوراکی بوده و کاملاً تمیز و عاری از باقی مانده از بارگیری قبلی باشد.

۲ کلیه دریچه های ورودی و خروجی مخازن قابلیت پلمب داشته باشد، به طوری که تحویل گیرنده متوجه دست کاری احتمالی شود.

۳ ارسال کننده باید کلیه موارد و مشخصات آن را بررسی و در یک برگ آنالیز نوشته و به همراه محموله ارسال نماید و مشتری در هنگام دریافت پس از نمونه برداری و آزمایش نتایج را با هم تطبیق دهد. برگ آنالیز حتماً با امضا و مهر مسئول فنی واحد تولیدی باشد.



شکل ۱۷- سیستم پرکن و بسته بندی روغن

مشخصات مورد نیاز برای ثبت روی برگ آنالیز عبارت‌اند از:

- نام و نوع فراورده
  - نام و نشانی کارخانه و تولیدکننده و یا تأمین‌کننده (مبدأ ارسال)
  - مشخصات آنالیزی روغن و مطابقت با استاندارد مربوطه
- اما در صورت بسته‌بندی که روغن تصفیه شده، برای مصرف‌کننده نهایی، ابتدا باید ظرف مناسب برای آن در نظر گرفته و سپس یک برچسب برای آن طراحی شود.
- جنس ظروف روغن باید از درجه مواد غذایی باشد. این ظروف می‌تواند از جنس شیشه تیره رنگ، فلزی با پوشش دو طرف با لایه‌ای از فلز قلع، ظروف چند لایه مناسب و یا پلیمری (پلاستیکی از نوع مواد نو و درجه یک) باشد. استفاده از ظروف PVC ممنوع است.
- حجم ظرف با توجه به استانداردهای ملی روغن انتخاب شود. ظروف دارای در مناسب بوده و پس از دربندی غیرقابل نفوذ و فاقد هرگونه نشستی باشد.
- روی برچسب طراحی شده مطالب زیر واضح و خوانا نوشته شود:

- نام و نوع فراورده
- نام و نشانی کارخانه
- نام تجاری محصول
- شماره پروانه‌ها و مجوزهای رسمی (شماره بهداشتی و استاندارد)
- سری ساخت (شماره‌ای که در هنگام تولید به آن می‌دهند)
- شرایط نگهداری (برای مثال: دور از نور مستقیم و در جای خشک و خنک نگهداری شود).
- تاریخ تولید
- تاریخ انقضا

بسته‌بندی روغن در سه مرحله انجام می‌شود:

**۱- پر کردن:** این کار یا توسط دستگاه به صورت خودکار و یا به شکل غیر خودکار و ساده انجام می‌شود. در روش اتومات دستگاه برای پر شدن بطری تنظیم می‌شود اما در روش ساده روغن از مخزن نگهداری توسط شیر به مقدار گنجایش ظرف در آن وارد می‌شود. سپس وزن آن را اندازه‌گیری و تنظیم می‌کنند. در این مرحله چون در بطری باز است، نفر انجام‌دهنده کار باید شرایط بهداشتی را دقیقاً رعایت کند. شست‌وشوی دست، استفاده از دستکش، کلاه و ماسک یک‌بار مصرف الزامی است.

**۲- دربندی:** در ظرف را بلافاصله پس از پر کردن ظرف و تنظیم وزنی باید بست تا مواد آلوده‌کننده وارد محصول نشود. در باید دارای نوار محافظ (پلمب) باشد.

**۳- برچسب زنی و بسته‌بندی ثانویه**

چند نوع بسته‌بندی روغن خوراکی موجود در بازار را از لحاظ جنس و اطلاعات مندرج روی برچسب آنها بررسی کنید.

فعالیت  
عملی





### بسته بندی روغن

ابزار و تجهیزات: مخزن شیردار یا کلمن آب، بطری با در مناسب، برچسب، چسب، کارت، ترازو، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

مواد: روغن

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- مقداری روغن را در مخزن شیردار و تمیز (مانند کلمن آب) ریخته و در مخزن را ببندید.
- یک بطری با گنجایش حجم تقریبی ۵۰۰ گرم یا کمتر انتخاب کرده و ابتدا آن را وزن کنید.
- ظرف را در مقابل شیر مخزن قرار دهید و شیر را به آرامی باز کنید.
- تا نزدیکی پر شدن آن را پر کنید. (حجم خالی بالای بطری کمتر از سه سانتی متر تا لبه آن باشد)
- بطری پر شده را وزن کنید.
- بلافاصله در بطری را ببندید و برچسب طراحی شده را در محل خود بچسبانید.
- بقیه بطری‌ها را به همین شکل پر کرده و در جعبه قرار دهید.
- سر و ته جعبه را با چسب نواری ببندید.

## ارزشیابی واحد یادگیری تصفیه روغن های خوراکی

شرح کار			
۱- صمغ گیری روغن ۲- خنثی سازی روغن ۳- رنگ بری ۴- بی بو کردن ۵- بسته بندی			
استاندارد عملکرد			
تصفیه شیمیایی روغن های خوراکی			
شاخص ها			
- صمغ گیری روغن با کنترل دما در ۶۰ تا ۸۰ درجه سلسیوس - تعیین میزان سود مصرفی با توجه به میزان اسیدهای چرب آزاد روغن - رنگ بری در دمای ۹۰ تا ۱۱۰ درجه سلسیوس و زمان ۱۰ تا ۱۵ دقیقه - بی بو کردن روغن تا حدی که پراکسید روغن خروجی به صفر برسد - بسته بندی در بسته های تیره و غیرقابل نفوذ به هوا			
شرایط انجام کار			
مکان: کارگاه			
زمان: ۶ ساعت			
تجهیزات: خط پالوت تصفیه روغن			
ابزار: لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی، ابزارآلات آزمایشگاهی			
مواد: فسفریک اسید، سود تجارتي، خاک رنگ بری، سیتريک اسيد			
معیار شایستگی			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	صمغ گیری از روغن	۱	
۲	خنثی سازی روغن	۲	
۳	رنگ بری	۱	
۴	بی بو کردن	۱	
۵	بسته بندی	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: مدیریت کیفیت (N۶۳) سطح ۱ استفاده از لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی، دفع بهداشتی ضایعات و پساب، استفاده مجدد از اسیدهای چرب در تولید صابون توجه به سلامت مصرف کنندگان	۲	
میانگین نمرات			
			*
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.			

## واحد یادگیری ۵ فرایندهای اصلاحی روغن‌ها

به منظور بهبود ویژگی‌های فیزیکی و یا شیمیایی و افزایش کارایی روغن در محصولات غذایی، می‌توان روغن‌ها را تحت فرایندهای اصلاح شیمیایی و یا فیزیکی قرار داد. مهم‌ترین این فرایندها در صنعت روغن‌های خوراکی عبارت‌اند از هیدروژناسیون، اینتراستریفیکاسیون، و جزء به جزء کردن (فراکسیون‌گیری). هدف اصلی در این فرایندها تغییر خصوصیات فیزیکی یا شیمیایی روغن یا چربی است که ممکن است این عمل با کاهش غیراشباعیت روغن (هیدروژناسیون)، توزیع مجدد اسیدهای چرب در ساختار تری‌آسیل گلیسرول (اینتراستریفیکاسیون) و یا با جداسازی فیزیکی تری‌گلیسریدها از طریق کریستالیزاسیون و فیلتراسیون (جزء به جزء کردن) انجام شود. در این واحد یادگیری، فرایندهای اصلاحی روغن‌ها در سه مرحله کاری بیان شده است.

### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری، هنرجویان قادر خواهند بود فرایندهای اصلاحی روغن‌ها را مطابق دستورالعمل انجام دهند.

## ۱- مرحله هیدروژنه کردن روغن‌ها

### اصول هیدروژنه کردن روغن‌ها

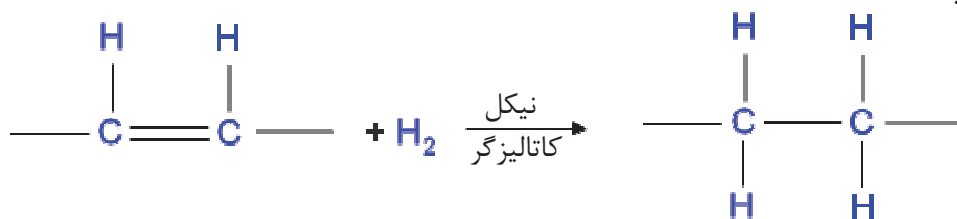
برخی روغن‌های گیاهی مانند روغن کلزا و یا سویا و یا روغن استخراج شده از آبزیان در شکل طبیعی کاربرد کمی در محصولات غذایی دارند. مقادیر زیاد غیر اشباعیت مخصوصاً وجود میزان زیادی لینولئیک و لینولنیک اسید باعث شده تا این گونه روغن‌ها به اکسیداسیون کاملاً حساس بوده و به عنوان مثال برای سرخ کردن مناسب نباشند. علاوه بر این، ویژگی‌های فیزیکی این گونه روغن‌ها امکان استفاده از آنها در محصولاتی که ساختار چربی جامد مورد نیاز است (در تهیه مارگارین‌ها و اسپریدها) فراهم نمی‌کند. فرایند تبدیل روغن‌های مایع به روغن‌های نیمه جامد یا چربی‌های جامد برای مصرف و یا تهیه مارگارین و شورتنینگ را هیدروژناسیون می‌گویند.

### اهداف اصلی هیدروژناسیون عبارت‌اند از:

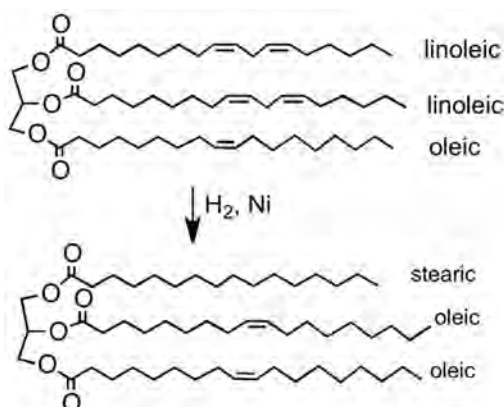
الف) تغییر حالت فیزیکی روغن و یا چربی به منظور افزایش عملکرد آنها در تهیه شورتنینگ‌ها، مارگارین‌ها و چربی‌های مخصوص

ب) بهبود پایداری اکسیداتیو روغن‌ها

**مکانسیم هیدروژناسیون:** هیدروژناسیون نوعی واکنش شیمیایی است که طی آن هیدروژن به محل پیوندهای غیراشباع اسیدهای چرب اضافه شده و آنها را اشباع می‌کند. انجام این واکنش نیاز به حضور یک کاتالیزگر دارد، که در هیدروژناسیون چربی‌ها و روغن‌های خوراکی تقریباً در اکثر موارد از فلز نیکل استفاده می‌شود.



معادله شیمیایی هیدروژناسیون یک پیوند غیراشباع در زنجیره کربنی به صورت زیر است.



شکل ۱- واکنش هیدروژناسیون در مولکول تری‌گلیسرید

واکنش وقتی انجام می‌شود که روغن مایع غیراشباع، کاتالیزگر جامد و گاز هیدروژن با هم تماس پیدا کنند. این عمل در یک راکتور که مجهز به تجهیزات گرمایی و هم‌زن مناسب است، انجام می‌شود. برای انجام واکنش، هیدروژن باید در فاز مایع (روغن) حل شده و از طریق جا به جایی از توده روغن عبور و روی سطح کاتالیزگر قرار گیرد. از سوی دیگر باند غیراشباع اسید چرب هم روی سطح کاتالیزگر قرار گرفته و با هیدروژن واکنش داده و اشباع می‌شود.

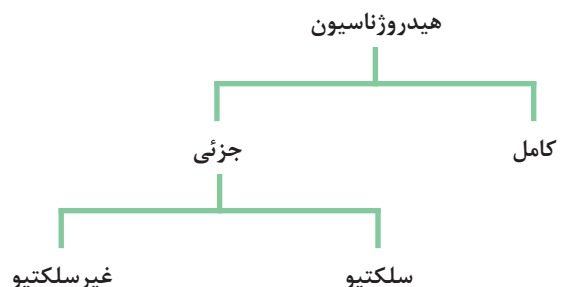
طی هیدروژناسیون، واکنش‌های جانبی مختلفی اتفاق می‌افتد که بعضی از آنها آثار زیادی بر خواص فیزیکی روغن خواهند داشت. مهم‌ترین واکنش جانبی ایزومریزاسیون اسیدهای چرب است که طی آن ایزومرهای طبیعی سیس به اشکال ترانس تبدیل می‌شوند. اسیدهای چرب ترانس دارای اثرات سوء تغذیه‌ای هستند.

مهم‌ترین اسید چرب ترانس چه نام دارد؟

پرسش



**ایزومریزاسیون:** در روغن‌های طبیعی مقدار بسیار کمی ایزومر ترانس وجود دارد. هم‌زمان با هیدروژناسیون، اسیدهای چرب غیراشباع میل زیادی به ایزومریزاسیون دارند. در هنگام هیدروژناسیون پیوندهای غیراشباع موجود در تری‌گلیسریدها در سطح کاتالیست می‌توانند اشباع یا ایزومره شوند. تبدیل اسیدهای چرب سیس به ترانس سبب افزایش نقطه ذوب چربی‌ها می‌شود. برای مثال اسیدلایئیک که شکل ایزومر ترانس اسیداولئیک است دارای نقطه ذوب بالاتری (۴۳/۷ درجه سلسیوس) در مقایسه با فرم سیس است. (۱۶/۳ درجه سلسیوس) **هیدروژناسیون کامل و جزئی:** عملیات هیدروژناسیون را می‌توان به دو نوع کامل و جزئی تقسیم‌بندی نمود:



شکل ۲- نمودار انواع عملیات هیدروژناسیون روغن‌های خوراکی

**الف) هیدروژناسیون کامل:** هیدروژناسیون کامل وقتی اتفاق می‌افتد که عملیات هیدروژنه کردن تا رسیدن به اشباعیت کامل تمام اسیدهای چرب غیر اشباع ادامه یابد. در این فرایند چون تمام غیر اشباع‌ها به حالت اشباع در می‌آیند، بنابراین پدیده ایزومریزاسیون رخ نمی‌دهد.

**ب) هیدروژناسیون جزئی:** هیدروژناسیون جزئی فرایندی است که طی آن عملیات قبل از رسیدن به اشباعیت کامل متوقف می‌شود. به این ترتیب چون بخشی از پیوندهای غیر اشباع در انتهای فرایند، همچنان سیر نشده باقی می‌مانند پس پدیده ایزومریزاسیون رخ می‌دهد.

هیدروژناسیون جزئی خود به دو صورت سلکتیو (انتخابی) و غیرسلکتیو (غیرانتخابی) انجام می‌شود که در ادامه به شرح سلکتیویته پرداخته شده است.

**سلکتیویته واکنش (انتخابی بودن) و کاتالیزگر:** در هیدروژناسیون روغن‌ها، هدف این است که تا حد ممکن این عمل روی اسیدهای چربی متمرکز شود که دارای پیوند دوگانه بیشتری هستند. این نوع هیدروژناسیون، انتخابی یا «سلکتیو» گفته می‌شود.

در واکنش هیدروژناسیون چربی‌ها و روغن‌های خوراکی واژه «سلکتیویته» دو معنی دارد. این واژه اساساً به معنی تبدیل یک اسیدچرب دارای دو پیوند غیراشباع به یک اسیدچرب دارای یک پیوند غیراشباع و تبدیل اسیدچرب دارای یک پیوند غیر اشباع به یک اسیدچرب اشباع است که به نام انتخابی بودن (سلکتیویته)

شیمیایی نیز نامیده می‌شود. زیرا سرعت واکنش‌های شیمیایی مقایسه می‌شود. در حال حاضر از روش‌های هیدروژناسیون جزئی و انتخابی (سلکتیو) استفاده می‌شود. در روش هیدروژناسیون انتخابی، هدف رسیدن به یک عدد یدی مشخص و در عین حال تبدیل اسیدهای چرب چند غیراشباع به اسیدهای با یک پیوند دوگانه است، بنابراین از تولید اسیدهای چرب اشباع از اسیدهای چرب تک غیراشباع جلوگیری می‌شود. اصطلاح سلکتیویته نشان‌دهنده ارجحیت تبدیل اسید لینولئیک به اولئیک نسبت به تبدیل اسید اولئیک به استئاریک است. این واژه در مورد کاتالیست نیز به کار می‌رود. در هنگام هیدروژناسیون، یک کاتالیزگر ممکن است بعضی از واکنش‌ها را در مقایسه با دیگر واکنش‌ها سریع‌تر کند. همچنین بعضی از کاتالیزگرها می‌توانند سرعت ایزومریزاسیون را تشدید کنند.

### عوامل مؤثر بر فرایند هیدروژناسیون:

در فرایند هیدروژناسیون، ترکیب و خواص محصول نهایی به عوامل مختلف، شامل نوع و غلظت کاتالیزگر، سرعت هم‌زدن، دما، و فشار گاز هیدروژناسیون بستگی دارد. از میان این عوامل، مهم‌ترین آن، نوع کاتالیزگر است. فلز نیکل به شکل فعال، کاتالیزگر تجارتي است.

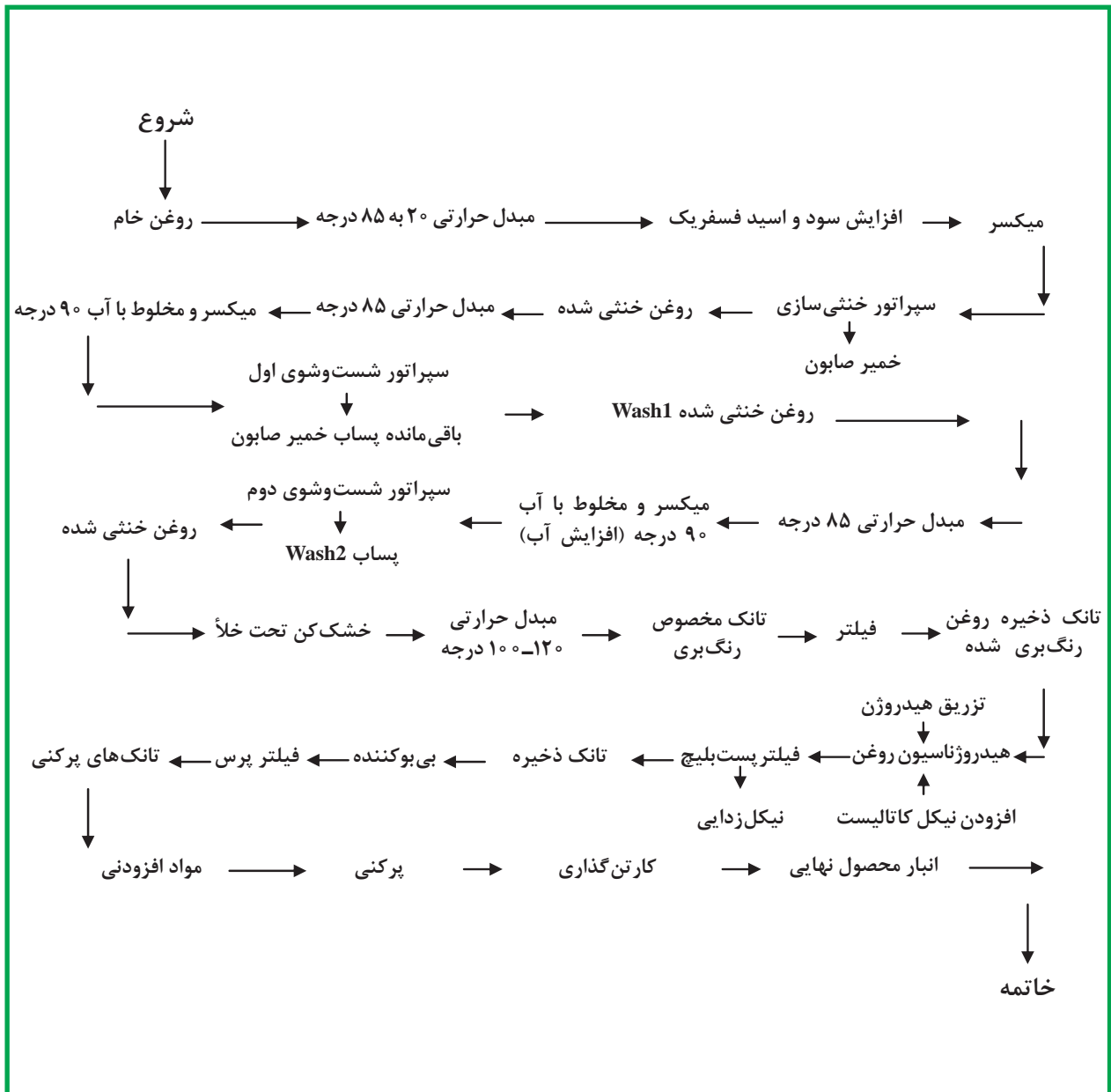
جدول ۱ - پارامترهای مؤثر بر هیدروژناسیون

ایزومریزاسیون	سلکتیویته	سرعت هیدروژناسیون	واکنش پارامتر
-	-	+	فشار گاز هیدروژن
-	-	+	سرعت هم‌زدن
+	+	+	دما
+	+	+	غلظت کاتالیزگر

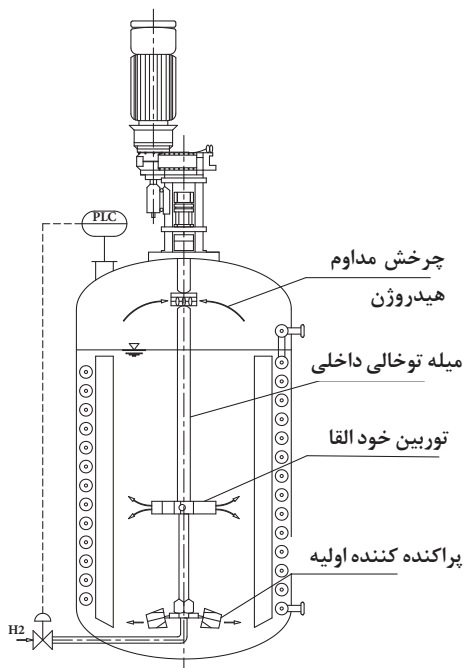




فرایند تولید روغن هیدروژنه خوراکی



شکل ۳- فرایند تولید روغن جامد هیدروژنه



شکل ۴- شماتیک کنورتور هیدروژناسیون مدل Dead end

**عواقب بهداشتی هیدروژناسیون:** چون مولکول اسید چرب غیراشباع ترانس، نقطه ذوب بالایی نسبت به مولکول سیس دارد، لذا فرم ترانس برای رسیدن محصول به سطح جامد مطلوب کمک می کند ولی در کنار این اثر سودمند متأسفانه با افزایش سطح کلاسترول (کلاسترول بد) و کاهش سطح کلاسترول (کلاسترول خوب) موجب افزایش خطر بیماری های قلبی - عروقی می شود.

برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول « اثر هیدروژناسیون بر روی نقطه ذوب » کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.

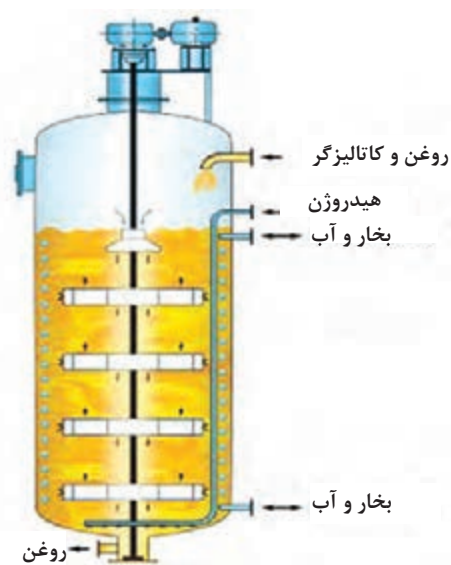
نکته



**مکانیسم کنورتور غیر مداوم:** هیدروژناسیون صنعتی چربی ها و روغن ها معمولاً در راکتورهای که هیدروژناتور یا کنورتور نامیده می شوند به طریق غیر مداوم انجام می شود. روغن پس از خنثی سازی و رنگ بری به کنورتور تغذیه می شود. شکل ۲ یک دستگاه مورد استفاده در هیدروژن دار شدن روغن به نام کنورتور را نشان می دهد. این دستگاه از یک مخزن عمودی مجهز به همزن توربینی با دور گردش ۱۱۰ تا ۱۲۰ دور در دقیقه تشکیل شده است. واکنش هیدروژناسیون در حرارت ۱۵۰ تا ۲۲۵ درجه سلسیوس و با فشار هیدروژن ۰/۵ تا ۴ اتمسفر انجام می شود.

گاز هیدروژن از راه یک توزیع کننده وارد دستگاه می شود. با ورود گاز به مخزن، همزن آن را به حباب های ریز تبدیل می کند تا سطح تماس گاز و روغن افزایش یابد و همچنین حباب های گاز را به داخل روغن توزیع می کنند. به نحوی که از تجمع آن در فضای بالای مخزن جلوگیری کند در این حالت که گاز هیدروژن به صورت محلول درآمد، می تواند در سطح کاتالیزگر با پیوند دوگانه، پیوند برقرار کند. در این سیستم، گاز عمل نکرده هیدروژن، از قسمت بالایی مخزن که تجمع پیدا کرده قابل بازیافت نبوده، و امکان بازگشت مجدد به داخل روغن وجود ندارد. هیدروژناسیون یک فرایند هزینه بر است مخصوصاً اینکه کاتالیزگر و هیدروژن، گران قیمت هستند. هیدروژناسیون یک واکنش گرمازاست و به ازای هر کاهش عدد یدی دمای روغن به میزان ۱/۷ - ۱/۶ درجه سلسیوس افزایش می یابد. به همین دلیل، یک سیستم خنک کننده به منظور حفظ دمای داخل مورد نیاز است. این سیستم طوری تنظیم شده که در طی هیدروژناسیون دمای واکنش را کاهش دهد. در پایان گاز باقی مانده در فضای بالای کنورتور برای جلوگیری از احتمال آتش سوزی باید به طور کامل تخلیه شود.

در این مرحله روغن را سرد کرده تا برای صاف کردن کاتالیزگر و حذف آن مناسب باشد. برای کنترل فرایند هیدروژناسیون از ضریب شکست نور و اندیس یدی استفاده می شود. با پیشرفت هیدروژناسیون این موارد کاهش می یابند.



شکل ۵- دستگاه کنور تور بن بست (Dead End)

**اصول کار کنور تورهای هیدروژناسیون:** هیدروژناسیون چربی‌ها و روغن‌ها معمولاً در راکتورهایی که هیدروژن‌نا‌تور یا کنور تور نامیده می‌شوند به طریق بیج (غیر مداوم) انجام می‌شود.

کنور تورهای بیج از نظر نحوه کار به دو صورت کنور تورهای بن بست (Dead End) و کنور تورهای دارای چرخه گاز هیدروژن (Hydrogen Recirculation) موجود هستند.

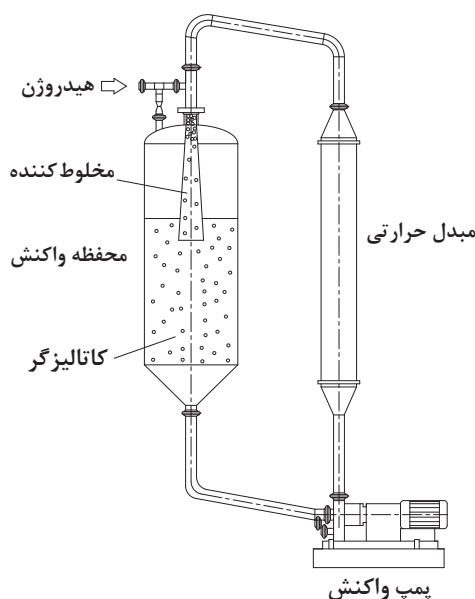
**الف) سیستم کنور تورهای بن بست (Dead End):** تانک‌های استوانه‌ای بسته و عمودی هستند که تحت خلأ کامل کار می‌کنند. در این نوع سیستم، هیدروژن تا جایی که لازم باشد به کنور تور تزریق می‌شود. هیدروژن جمع شده در فضای بالای تانک توسط هم‌زن به داخل روغن کشیده شده و در روغن پخش می‌شود. نحوه عملکرد هم‌زن بسیار مهم است. هم‌زن‌های توربینی نوع مناسب و استاندارد برای این نوع کنور تورها هستند. این هم‌زن‌ها در بالای تانک دارای تیغه‌های مورب و در قسمت تحتانی دارای تیغه‌های صاف هستند که این امر موجب ایجاد حرکت گردابی در سطح روغن برای بهتر کشیدن هیدروژن به داخل روغن و پخش شدن هیدروژن در پایین تانک می‌شود. کنور تور ابتدا تحت خلأ قرار می‌گیرد و بدین وسیله روغن و کاتالیزگر (۱/۰ تا ۲/۰ درصد) به داخل آن کشیده می‌شود. خلأ تا زمان رسیدن روغن به دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس ادامه دارد. سپس شیر خلأ را بسته و گاز هیدروژن وارد می‌کند تا فشار به حد معینی برسد. در طی هیدروژناسیون؛ حرارت کنور تور به ۲۰۰ درجه سلسیوس نیز می‌رسد. در پایان فرایند، جریان گاز را خاتمه داده و گاز جمع شده در قسمت بالایی همراه با سایر ناخالصی‌ها به خارج از کنور تور هدایت می‌شود. مجدداً خلأ برقرار شده و روغن را ۷۰ تا ۸۸ درجه سلسیوس با آب سرد خنک و سپس خلأ را قطع می‌کنند. این کنور تورها متداول‌ترین سیستم هیدروژناسیون هستند.

**ب) سیستم کنور تورهای دارای چرخه گاز هیدروژن (Hydrogen Recirculation):** در این سیستم، اختلاط هیدروژن با روغن از طریق برگشت مداوم حجم زیادی از گاز هیدروژن به کنور تور صورت می‌گیرد. این سیستم‌ها شامل یک مخزن استوانه‌ای بلند هستند. کنور تور همیشه پر از هیدروژن و تحت فشار نگه داشته می‌شود. این سیستم از کمپرسورهای قوی برای مکیدن هیدروژن از بالای کنور تور به‌طور مداوم استفاده می‌کند و پس از خالص سازی در قسمت پایین به داخل روغن می‌دمد.

در پایان هیدروژناسیون، روغن هیدروژنه از بین یک خنک‌کن که در خارج تانک قرار گرفته عبور داده می‌شود و برای خارج کردن کاتالیزگر، روغن را از فیلتر پرس عبور داده و پس از رنگ‌بری مجدد با خاک رنگ‌بر، روغن صاف شده را در تانک نگهداری می‌کنند.



شکل ۷- دستگاه کنورتور آزمایشگاهی



شکل ۶- کنورتور دارای چرخه برگشت گاز هیدروژن

### هیدروژنه کردن روغن‌ها و چربی‌ها

- به همراه هنرآموز خود از یک کارخانه تولید روغن خوراکی بازدید به عمل آورید.
- از عملیات هیدروژنه کردن روغن‌ها و چربی‌ها گزارشی تهیه و در کلاس ارائه دهید.

فعالیت  
عملی



## ۲- مرحله رنگ‌بری مجدد روغن‌ها

### اصول رنگ‌بری مجدد روغن‌ها (پست بلیچ post-bleaching)

پس از خارج کردن کاتالیزگر به کمک صافی مقدار کمی از نیکل در روغن هیدروژنه شده باقی می‌ماند که سبب تغییر رنگ روغن از سفید به خاکستری خواهد شد، روغن عبوری از فیلتر حاوی ۱ تا ۱۰ ppm نیکل است که این میزان باید به کمتر از ۰/۱ ppm برسد. برای حذف ذرات کلوئیدی نیکل روغن با افزودن کمک صافی و خاک رنگ‌بر در یک مخزن رنگ‌بری ثانویه (پست بلیچ) در یک زمان معینی مخلوط می‌کنند و سپس آن را از فیلتر پرس عبور می‌دهند. در سال‌های اخیر استفاده از سیتریک اسید رقیق (۱/۰ درصد) به جای خاک رنگ‌بر مورد توجه قرار گرفته است. با این کار نیکل و کلیه فلزات موجود در روغن به حداقل کاهش پیدا کرده و بدین وسیله باعث افزایش مقاومت روغن در مراحل بعدی می‌شود. پس از اتمام رنگ‌بری مجدد، روغن به بی‌بوکننده منتقل شده و ادامه عملیات تصفیه را از سر می‌گیرد. برخی از تولیدکنندگان بر این باورند که در صورت عدم مصرف دوباره کاتالیزگر می‌توان نیاز به فرایند رنگ‌بری مجدد را به حداقل رساند.

پرسش

از کاتالیزگرهای مستعمل هیدروژناسیون چه استفاده‌ای می‌توان کرد؟





## رنگ بری مجدد روغن‌ها

**ابزار و تجهیزات:** بشر، شیشه ساعتی، هیتر مغناطیسی، مگنت، قیف شیشه‌ای، کاغذ صافی، پایه فلزی و گیره مخصوص برای نگهداری قیف، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه  
**مواد:** روغن جامد، خاک بی‌رنگ‌کننده (۰/۴ گرم)، خاک کمک صافی (۰/۲ گرم)، سیتریک اسید، آب مقطر، کاتالیزگر نیکل  
**روش کار:**

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- ۱ گرم کاتالیزگر نیکل را با ۵۰ گرم روغن تا دمای ۷۰ درجه سلسیوس گرم کنید تا کاتالیزگر نیکل کاملاً در روغن حل شود.
- حدود ۱۵۰ گرم روغن را درون بشر بریزید.
- محلول کاتالیزگر و روغن را به آن اضافه کنید.
- دمای هیتر را روی ۵۰ درجه سلسیوس و با سرعت ۷۰ دور در دقیقه تنظیم کنید.
- خاک بی‌رنگ‌کننده را به همراه کمک صافی به روغن اضافه کنید.
- محلول سیتریک اسید را به روغن اضافه نموده و دما را به ۸۰ درجه سلسیوس و سرعت را به ۱۰۰ دور در دقیقه برسانید.
- بعد از ۱۵ دقیقه هیتر را خاموش کرده و با استفاده از کاغذ صافی روغن را صاف کنید.



- ۱ برای تهیه محلول سیتریک اسید، ۰/۳ گرم سیتریک اسید را با نیم میلی لیتر آب مقطر مخلوط کنید.
- ۲ منظور از روغن هیدروژنه شده، یعنی روغن خروجی از کنورتور که حاوی کاتالیزگر نیکل است.

## ۳- مرحله جزء به جزء کردن روغن‌ها

### اصول جزء به جزء کردن روغن‌ها (فراکسیون گیری)

چربی‌ها و روغن‌ها از نظر شیمیایی مواد همگون نبوده بلکه مخلوطی از تری‌آسیل گلیسرول‌های متفاوت هستند. هر یک از این تری‌آسیل گلیسرول‌ها نقطه ذوب معینی دارند. روغن‌ها در دمای محیط به شکل مایع بوده و چربی‌ها در همین محیط جامد هستند. اما حتی روغن‌هایی که به ظاهر مایع هستند ممکن است حاوی ترکیبات جامدی باشند که نقطه ذوبی بالاتر از دمای محیط داشته باشند.

در فرایند جزء به جزء کردن از این تفاوت‌های فیزیکی استفاده می‌شود. لذا این امکان وجود دارد که چربی را تبدیل به اجزای متفاوت با نقطه ذوب‌های مختلف نمایند.

به‌طور کلی روغن‌ها، تری‌گلیسریدهایی هستند که از انواع اسیدهای چرب تشکیل شده‌اند. این ترکیبات اشباع و یا غیراشباع هستند. بعضی از روغن‌ها دارای اشباعیت بالاتر بوده که طبیعتاً سفت‌تر هستند مانند روغن پالم ولی بعضی از روغن‌ها دارای غیر اشباعیت بیشتری هستند که روان‌تر هستند مثل روغن‌های آفتاب‌گردان، سویا و کلزا. جزء به جزء کردن یک جداسازی حرارتی و از نوع مکانیکی است که در آن مخلوطی که حاوی چند ماده است به‌طور فیزیکی به دو یا چند جزء با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوت جدا می‌شود.

جداسازی می‌تواند بر اساس اختلاف در جامد شدن، حلالیت یا فراریت ترکیبات مختلف تشکیل‌دهنده یک ماده انجام شود.

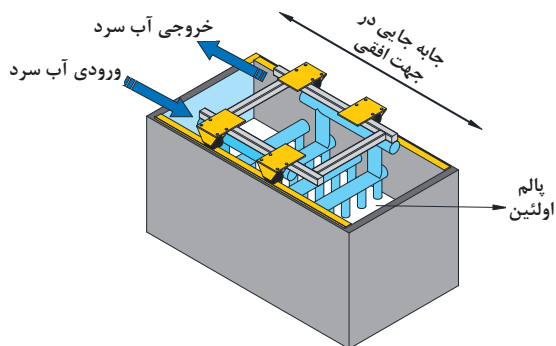
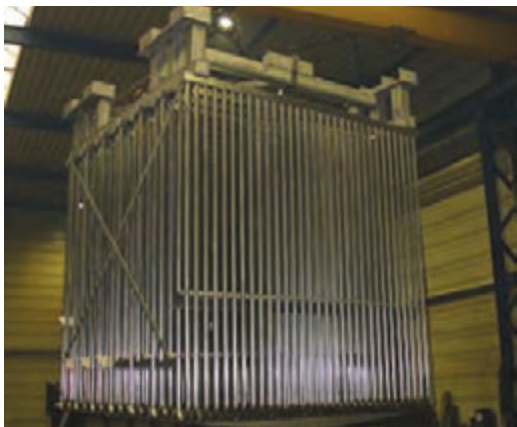
تبلور جزء به جزء کردن یک فرایند جداسازی است که در آن قسمتی از یک چربی به‌طور انتخابی بلوری شده (کریستاله شده) و سپس فاز مایع توسط صاف کردن یا جداسازی توسط سانتریفیوژ از فاز جامد (بلورها یا کریستال‌ها) جدا می‌شود.

**تکنولوژی جزءبه‌جزء کردن:** امروزه تقریباً تمامی سیستم‌های جزءبه‌جزء کردن خشک به‌طور نیمه‌مداوم کار می‌کنند. واحدهای اصلی کریستالیزاتور و فیلتر می‌باشد. **کریستالیزاتور:** کریستالیزاسیون را می‌توان به ۳ مرحله پی‌درپی تقسیم کرد:

۱. **خنک کردن** بیش از حد محصول، تشکیل هسته، و رشد کریستال. کریستال‌ها منفرد نبوده و تمایل به تجمع خواهند داشت. شکل و اندازه کریستال با توجه به روش خنک کردن و هم زدن روغن، مشخص می‌شود.

۲. **فیلتر:** راندمان فیلتر جزءبه‌جزء سازی تنها به رفتار کریستالیزاسیون در طی خنک کردن بستگی نداشته و بلکه به شرایط جداسازی نیز مربوط است.

۳. **دو تکنیک** مختلف برای فیلتراسیون وجود دارد. فیلتراسیون تحت خلأ و فیلتراسیون غشایی. امروزه، فیلتر غشایی مناسب‌ترین تکنیک فیلتراسیون برای جزءبه‌جزء سازی خشک است. این تکنیک راندمان جداسازی بالاتری از سیستم تحت خلأ دارد. این فیلترها به‌طور معمول در حداکثر فشار ۴ تا ۸ بار عمل می‌کنند که این میزان در اکثر موارد مناسب و کافی است.



شکل ۸- انواع فیلتر مورد استفاده در جزءبه‌جزء کردن

جزءبه‌جزء کردن شامل سه مرحله است:

۱. **تشکیل هسته‌های بلور** از طریق سرد کردن روغن مایع

۲. **رشد و ازدیاد بلورها** با اندازه و شکلی که جداسازی کامل ممکن باشد.

۳. **جدا کردن فازهای جامد و مایع** تشکیل شده در صنعت تولید روغن‌های خوراکی، دو روش برای تبلور جزءبه‌جزء کردن مورد استفاده قرار می‌گیرد: **الف) تبلور مایع (جزءبه‌جزء سازی خشک):** روغن یا چربی را ذوب کرده و سپس تحت شرایط استاندارد و کنترل شده سرد می‌کنند.

**ب) تبلور روغن یا چربی حل شده در یک حلال آلی (استن یا هگزان) - (جزءبه‌جزء سازی مرطوب):** تحت شرایط سرد کردن استاندارد و کنترل شده انجام می‌شود.

جزءبه‌جزء کردن فرایندی است که مورد توجه تولیدکنندگان روغن خوراکی قرار دارد. عمده‌ترین روغنی که فرایند جزءبه‌جزء کردن بر روی آن انجام می‌گیرد، روغن پالم است. این روغن، از دو قسمت نسبتاً مساوی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع تشکیل شده است که تفاوت نقطه ذوب آنها زیاد است. بر اثر جزءبه‌جزء کردن، روغن پالم به دو بخش پالم استئارین با نقطه ذوب بالا و پالم اولئین با نقطه ذوب پایین تبدیل می‌شود.

هر یک از ترکیبات پالم اولئین و پالم استئارین در چه موردی کاربرد دارند؟

پرسش



جزءبه‌جزء سازی خشک ساده‌ترین و ارزان‌ترین فرایند بوده و نیاز به عملیات ثانویه محصول نهایی نیست و ضایعات روغن در این روش وجود ندارد.

جزءبه‌جزء کردن فرایندی دو مرحله‌ای است. در مرحله اول قسمتی از روغن در کریستالیزاتورهای مخصوص توسط خنک کردن تا دمای مشخص، کریستاله می‌شود. در مرحله دوم، قسمت مایع روغن توسط فیلترهای خلأ یا فیلترهای غشایی از قسمت جامد جدا می‌شود. (شکل ۸)

**شرایط فرایند:** نقطه بحرانی در این روش، کنترل شرایط خنک کردن در طی کریستالیزاسیون است که مستقیماً روی انتخابی بودن کریستال‌ها و راندمان جداسازی اثر دارد.

۶ ساعت سرد شده تا دمای آن به ۳۵ و سپس تا ۲۲ درجه سلسیوس برسد. اولئین ثانوی به دست آمده از این طریق تا دمای ۵ درجه سلسیوس قابل جاری شدن بوده و به مصرف پخت و پز می‌رسد.

**عملیات جزء به جزء کردن روغن پالم:** برای جزء به جزء کردن روغن پالم ابتدا آن را ذوب می‌کنند تا کریستال‌های موجود در آن کاملاً شفاف شود. سپس آن را از طریق پمپ مخصوص به داخل تانک کریستالایزر انتقال می‌دهند. داخل کریستالایزر هم‌زن پروانه‌ای و صفحاتی برای تبادل حرارت وجود دارد. در ضمن دارای کویل‌های خنک کن بوده و طبق برنامه‌ای که معمولاً از قبل تنظیم می‌شود آب سرد در کویل‌ها جریان پیدا کرده و باعث می‌شود که طبق برنامه و به آرامی عمل کریستالیزاسیون صورت گیرد. مشخص است که سرعت و شرایط کریستال شدن به نحوه تبادل حرارت بستگی دارد.



شکل ۹- تفکیک فاز مایع و جامد روغن

سرد شدن روغن و تشکیل کریستال‌ها بر اساس اختلاف درجه حرارت روغن و آب سردی است که در کویل‌های خنک‌کننده جریان دارد. در این شرایط کریستال‌ها شکل می‌گیرند.

پس از پایان عمل کریستال شدن، روغن به صافی‌های فشاری غشایی (filters press Membrane) انتقال داده می‌شود که با فشار بین ۴ تا ۸ بار عمل صاف شدن انجام می‌گیرد. محصولاتی که در اثر جزء به جزء کردن روغن پالم به دست می‌آید عبارت‌اند از اولئین (قسمت مایع که بخش غیراشباع‌تر و دارای اندیس یدی بالاتر است) و استئارین (قسمت جامد که اشباع‌تر و دارای اندیس یدی پایین‌تر است).

از اولئین در صنایع روغن نباتی جهت تهیه انواع روغن‌ها و محصولات متنوع استفاده می‌شود. استئارین هم در صنایع قنادی و صنایع دیگر کاربردهای فراوانی دارد.

برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول «خصوصیات روغن پالم جزء به جزء شده» کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.

نکته



هنگامی که از جامد محصول مورد نظر است، استفاده از فشار بالا باعث می‌شود که میزان اولئین کمتری در یک استئارین باقی بماند و بنابراین کیفیت استئارین از لحاظ عدد یدی کمتر، نقطه ذوب بیشتر و منحنی میزان مواد جامد با شیب بیشتر، افزایش می‌یابد.

**روش جزء به جزء کردن خشک:** اصول جزء به جزء کردن خشک بسیار ساده است. روغن و چربی تا دمای کمی بالای نقطه ذوب گرم می‌شود، سپس سرد شده و اجزا از یکدیگر جدا می‌شود.

در یک روش خیلی ساده و سنتی به این ترتیب عمل می‌شود:

ابتدا روغن پالم تا رسیدن به دمای ۷۵ تا ۹۰ درجه سلسیوس گرم می‌شود. سپس به آرامی و طی زمان طولانی تا دمای حدود ۳۰ تا ۳۳ درجه سلسیوس سرد می‌شود. استئارین‌های کریستال شده ته‌نشین شده و بخش مایع روغن و یا به تعبیری پالم اولئین جدا می‌شود. در این روش ساده راندمان اولئین حدود ۶۰ درصد است. این جداسازی هر چند ناقص است اما نیازهای محلی را پاسخ می‌دهد. اغلب استئارین به دست آمده تا ۸۰ درجه گرم می‌شود و طی ۴ تا





شکل ۱۰- سیستم تجهیزاتی جزء به جزء کردن روغن

### اصول زمستانه کردن روغن‌ها (وینترایز کردن)

زمستانه کردن یکی از انواع جزء به جزء کردن خشک است که هدف آن خارج کردن مقادیر کم مواد جامد موجود در روغن تصفیه شده است که در هنگام نگهداری روغن در دمای یخچال سبب کدر شدن آن می‌شوند. این ذرات جامد تری گلیسریدهای اشباع و یا موم (Wax) هستند. برای تولید روغن با پایداری مناسب در دمای پایین (روغن مایع و مناسب سالاد)، میزان موم باید کمتر از  $10 \text{ ppm}$  باشد. در فرایند زمستانه کردن که بعد از مرحله رنگ‌بری و قبل از فرایند بی‌بو کردن انجام می‌شود، روغن به آهستگی سرد شده و برای مدت طولانی (حداقل ۶ ساعت) در دمای کم (۵ تا ۱۰ درجه سلسیوس) نگه داشته می‌شود تا مواد جامد و موم‌ها متبلور شوند. سپس دمای روغن به حدود ۱۵ درجه سلسیوس می‌رسد تا با کاهش ویسکوزیته، عمل فیلتراسیون آسان‌تر انجام شود. در نمودار صفحه بعد مراحل زمستانه کردن روغن نشان داده شده است:



وجود اسیدهای چرب اشباع باعث می‌شود که روغن در دمای پایین به صورت نیمه جامد درآید. در زمان‌های قدیم برای تهیه روغن سالاد، روغن را در فصل زمستان در تانک‌های مخصوص ذخیره می‌کردند، این امر باعث می‌شد که اسیدهای چرب اشباع‌تر که قسمت جامد روغن را تشکیل می‌دادند در اثر سرما به صورت کریستال در آمده و کم‌کم ته نشین شده و روغن مایع که حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع‌تر و دارای ظاهری شفاف و زلال بودند در قسمت بالای روغن بمانند. بنابراین از فاز بالای روغن می‌توانستند به عنوان روغن سالاد استفاده کنند به این دلیل این عمل را زمستانه کردن می‌نامیدند، از طرفی زمان زیادی طول می‌کشید تا این فرایند به انجام می‌رسید.

دوفازی شدن روغن‌های خوراکی مثل روغن زیتون بکر در یخچال نوعی عملیات زمستانه شدن است.

نکته



امروزه با تکنیک‌های جدید و تجهیزات مدرن فرایند زمستانه کردن یا وینترایز کردن در زمان کوتاه و به نحو مطلوب‌تری انجام می‌گیرد و محصول با کیفیت بهتری به دست می‌آید. این فرایند برای برخی از روغن‌ها، اعم از گیاهی و حیوانی مانند روغن پالم، پنبه‌دانه، روغن آفتاب‌گردان، روغن سویای جزئی هیدروژنه شده و روغن کانولا انجام می‌شود. زمستانه کردن روغن‌ها می‌تواند به صورت غیرمداوم و یا مداوم انجام شود.

مراحل زمستانه کردن به این صورت انجام می‌شود که روغن خنثی و بی‌رنگ شده را تا دمای ۵ تا ۱۵ درجه سلسیوس سرد می‌کنند. سپس آن را در این دما نگه دارند.

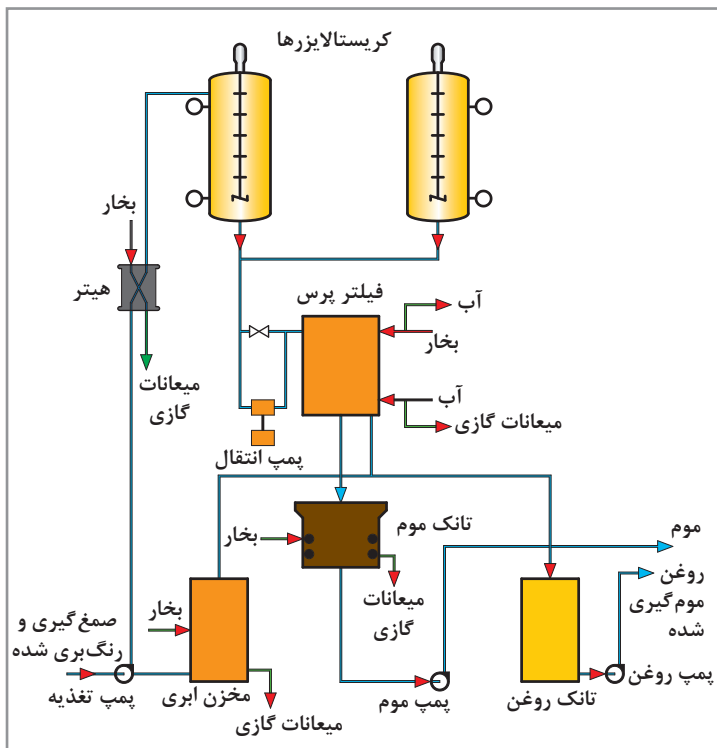
مراحل زمستانه کردن می‌تواند طی مدت ۳۶ ساعت انجام شود. موم و همچنین صمغ و گلیسریدهای با نقطه ذوب بالا در این دما رسوب می‌کند. سپس موم و صمغ‌ها را به وسیله فیلتر از روغن جدا می‌کنند، معمولاً مقدار ناچیزی خاک رنگ‌بر در طی مراحل زمستانه کردن به روغن افزوده می‌شود. مقدار آن بسته به میزان موم موجود در روغن بین ۰/۲ تا ۱ درصد است.

برای اطمینان از صحت فرایند جزء به جزء کردن از آزمایش سرما (Coldtest) استفاده می‌کنند، که در این آزمون مدتی روغن را در درجه حرارت پایین و نزدیک به صفر درجه سلسیوس قرار می‌دهند. عدم تشکیل بلورهای روغن، نشان‌دهنده موفقیت جداسازی است. برای به دست آوردن سوپر اولئین بخش مایع اولئین را دوباره جزء به جزء می‌کنند.

معمولاً زمستانه کردن یک روغن به روش سرد کردن از طریق آب نمک سرد و یا به کمک حلال در شرایط مخصوص صورت می‌گیرد. در این روش‌ها روغن را مدتی در دمای پایین نگه می‌دارند و بعد صاف می‌کنند. با این عمل مواد جامد مثل اسیدهای چرب اشباع، موم‌ها، فسفاتیدها و غیره که به‌طور طبیعی در روغن وجود دارند از روغن جدا شده و روغن زمستانه شده شفاف و زلال و عاری از هر گونه ذرات اشباع خواهد بود. این روغن به عنوان روغن سالاد و مصارف دیگر کاربرد دارد.

پرسش

چرا روغن‌های سالاد و یا روغن‌هایی که در تهیه مایونز به کار می‌روند، باید زمستانه شوند؟



شکل ۱۱- فرایند زمستانه کردن روغن‌ها

به‌طور کلی عملیات زمستانه کردن روغن در چیلرهایی (خنک‌کننده‌ها) انجام می‌شود که ایزوله شده و برای انتقال سرما به روغن، مجهز به کویل‌هایی بوده و به نحوی طراحی شده باشند تا بتوانند آب نمک سرد را از طریق سیرکوله کردن به تمام نقاط روغن برسانند.

سیستم سرمادهی باید طوری باشد که بتوان دمای آب نمک را به راحتی تغییر داده و کنترل کرد. در این فرایند مهم‌ترین مسئله سرد کردن آرام است که از اهمیت خاصی برخوردار است، در ضمن حساس‌ترین مسئله فیلتر کردن آن است، زیرا پس از سرمادهی، کریستال‌های تشکیل شده همراه با روغن حالت ژله‌ای پیدا کرده و فیلتر کردن آن مشکلات خاص خود را دارد.



شکل ۱۲- سیستم زمستانه کردن روغن ها

### جزء به جزء کردن روغن

ابزار و تجهیزات: انکوباتور، چرخ گوشت، پارچه، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

مواد: پالم یا دنبه

#### روش کار

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- ۲ کیلوگرم دنبه را کاملاً بشویید.
- سطح آن را با پارچه کاملاً خشک کنید.
- دنبه را با استفاده از چرخ گوشت، چرخ کنید.
- دنبه چرخ شده را به مدت ۳۰ دقیقه روی حرارت قرار دهید تا چربی آن ذوب شود.
- با استفاده از صافی، چربی دنبه را از باقی مانده آن جدا کنید.
- پس از سرد شدن چربی را تا ۱۰ درجه سلسیوس بالاتر از نقطه ذوب آن گرم کنید.
- روغن را در انکوباتور ۳۶ تا ۴۲ درجه سلسیوس به مدت ۱ روز قرار دهید.
- با استفاده از پارچه مناسب به عنوان صافی چربی مایع را از جامد جدا کنید.
- برای جداسازی کامل فاز مایع پارچه دیگری را روی قسمت جامد قرار داده و فشار دهید تا روغن مایع کاملاً جدا شود.

فعالیت  
آزمایشگاهی



نکته



در این فعالیت به منظور آموزش عملیات جزء به جزء کردن روغن، می توان از دنبه استفاده کرد.

## ارزشیابی واحد یادگیری فرایندهای اصلاحی روغن‌ها

شرح کار			
۱- هیدروژنه کردن روغن‌ها ۲- رنگ‌بری مجدد روغن‌ها ۳- جزء به جزء کردن روغن‌ها ۴- زمستانه کردن روغن‌ها			
استاندارد عملکرد			
فرایند اصلاحی روغن‌ها مطابق دستورالعمل			
شاخص‌ها			
- هیدروژنه کردن روغن‌ها تا رسیدن به اندیس یدی مورد نظر - رنگ‌بری مجدد روغن‌ها تا حذف باقی‌مانده‌های فلزی موجود در روغن - جزء به جزء کردن روغن‌ها و تبدیل آنها به دو جزء اولئین و استئارین - زمستانه کردن روغن‌ها تا رسیدن موم باقی‌مانده به کمتر از ۱۰ ppm			
شرایط انجام کار			
مکان: کارگاه			
زمان: ۶ ساعت			
تجهیزات: خط پابلوت تصفیه روغن‌ها			
ابزار: لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی، ابزارآلات آزمایشگاهی			
مواد: کاتالیزگر نیکل، روغن			
معیار شایستگی			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	هیدروژنه کردن روغن‌ها	۲	
۲	رنگ‌بری مجدد روغن‌ها	۱	
۳	جزء به جزء کردن روغن‌ها	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		
	مدیریت مواد و تجهیزات (N۶۶) سطح ۱ استفاده از لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی توجه به سلامت مصرف‌کنندگان		۲
میانگین نمرات			*
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.			





## پودمان ۵

# کنترل کیفیت روغن



امروزه علم کنترل کیفیت در تمام صنایع به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد و رمز موفقیت هر صنعت داشتن کیفیت مطلوب، با استفاده از ابزارهای مناسب علم کنترل کیفیت است. کیفیت و ایمنی مواد غذایی به عنوان یک عامل مهم برای دولت‌ها، صنایع و مصرف‌کنندگان مطرح است. صنعت روغن‌های خوراکی از این قاعده مستثنی نیست و مدیران، مهندسان و سایر کارکنان این صنعت باید با مبانی علم کنترل کیفیت، ابزارها و روش‌های آن برای این فرآورده‌ها آشنا شوند.

## واحد یادگیری ۶

### کنترل کیفیت محصول نهایی

بازرسی و کنترل کیفیت محصول نهایی روغن‌های خوراکی نقش کوچکی در مجموع سیستم تضمین کیفیت آن دارد. یعنی کار اصلی را باید کنترل مواد اولیه و کنترل فرایند انجام داده باشند. چنانچه این مراحل به‌درستی صورت گرفته باشند، محصول نهایی به استاندارد مورد نظر رسیده است و در غیر این صورت محصول نهایی معیوب است.

یکی از اهداف جنبی بازرسی و کنترل کیفیت محصول نهایی روغن‌های خوراکی حصول اطمینان از کنترل‌های قبلی و تشخیص مشکلات و کاستی‌های آنها است. در این واحد یادگیری، کنترل کیفیت محصول نهایی در چهار مرحله کاری بیان شده است.

#### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری، هنرجویان قادر به کنترل کیفیت محصول نهایی مطابق استانداردهای ۹۱۳۱، ۷۴۱۲، ۷۵۹۲، ۲۳۹۲، ۸۶۳۶، ۴۹۳۵ و ۱۰۰۸۶ ملی استاندارد ایران خواهند بود.



## ۱- مرحله نمونه برداری از روغن‌ها

در صنایع روغن‌های خوراکی نمونه برداری یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین مراحل است که باید با دقت زیاد انجام شود. به طوری که نمونه مورد آزمایش، بیانگر وضعیت کلی محموله باشد. اگر نمونه برداری طبق اصول صحیحی انجام نشود، آزمایش‌های انجام شده، فاقد اعتبار خواهند بود. تعیین بهترین روش نمونه برداری که به وسیله آن روغن‌ها و چربی‌های مختلف به مناسب‌ترین وجهی نمونه برداری شوند، دشوار است و در مورد هر نمونه باید با توجه به جهات و جنبه‌های متفاوت آن نمونه برداری شود.

پرسش



هدف از نمونه برداری چیست؟

### اصول نمونه برداری روغن‌ها

- ۱ نمونه برداری باید توسط کارشناس آموزش دیده آزمایشگاه انجام شود.
- ۲ تمام وسایل نمونه برداری در موقع استفاده باید تمیز و خشک باشند. بدین منظور می‌توان آنها را با آب و صابون شسته و خشک نمود.
- ۳ در پاره‌ای موارد به‌ویژه در موقع نمونه برداری روغن‌های خوراکی می‌توان یک بار هم وسایل را در جریان بخار گرم تمیز و استریلیزه نمود.
- ۴ وسایل نمونه برداری باید از موادی باشند که با روغن مورد نظر واکنش ندهند.
- ۵ برای نمونه برداری می‌توان از بطری‌ها و قوطی‌ها، نمونه بردارهای دریچه‌دار، بطری‌های نمونه بردار، نمونه بردار از ته، ظروف یا نمونه بردارهای موضعی، بامبو و لوله‌های نمونه برداری استفاده نمود.

### واژه‌های مرسوم در نمونه برداری

- **محموله:** تمام مقدار روغن یا چربی است که قرار است از آن نمونه برداری شود.
- **بسته‌ها:** قسمت‌هایی از یک محموله هستند که در نتیجه روش جمع‌آوری به دست آمده‌اند.
- **نمونه‌های اولیه:** قسمتی از ماده مورد نمونه برداری هستند که از قسمت‌های مختلف بسته نمونه برداری شده‌اند.

- **نمونه کلی:** حاصل مخلوط کردن نمونه‌های اولیه متناسب با مقادیر اولیه آنها هستند.
- **نمونه قراردادی یا نمونه کیفی:** به حاصل مخلوط کردن و تقسیم کردن نمونه کلی برای آزمایش‌های مورد نظر اطلاق می‌شود.

### جمع‌آوری نمونه

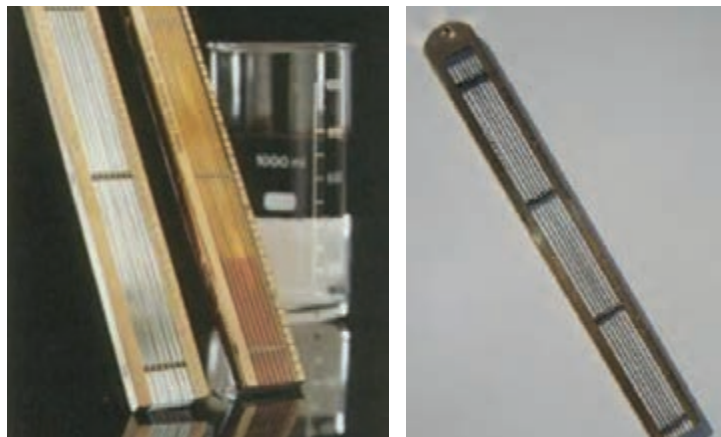
قبل از شروع نمونه برداری باید تا آنجا که ممکن است دقت شود که تمام بسته همگن و تا آنجا که ممکن است مایع باشد. برای این کار می‌توان آن را حرارت داد اما این کار باید طوری انجام شود که صدمه و زبانی به بسته وارد نکند.

برای مخلوط کردن محتویات یک تانک می‌توان در بعضی موارد خاص در آن هوا دمید. به‌طور مثال زمانی که هم‌زن وجود نداشته باشد و دمیدن هوا مجاز باشد.

جدول زیر حداکثر درجه حرارت مناسب برای نمونه برداری روغن های مختلف را نشان می دهد.

جدول ۱

نام روغن	حداکثر درجه حرارت نمونه برداری بر حسب درجه سلسیوس
نارگیل و روغن هسته پالم	۴۲
پنبه دانه، بادام زمینی و سویا	۲۵
آفتاب گردان	۲۰
روغن ماهی های مختلف	۳۵ تا ۴۰
انواع روغن های پالم	۵۲ تا ۵۷
دنبه و پیه	۵۸
چربی ها	۵۵



در آغاز نمونه برداری از مخازن روغن باید به نکات کلی زیر توجه نمود:

■ باید وسیله ای که وجود آب را نشان دهد در تانک حاوی روغن وارد کرد تا اگر آب در محیط باشد، قبل از شروع نمونه برداری آن را خارج نمود.

شکل ۱- ابزار نشان دهنده آب در تانک حاوی روغن

■ نمونه برداری از مخزن باید از بالا شروع شده تا عمق ادامه داشته باشد و هر ۳۰ سانتی متر به ۳۰ سانتی متر یک بار نمونه برداری شود.

■ اگر مخزن عمودی و به صورت استوانه باشد، نمونه کلی را باید از مخلوط کردن مقادیر مساوی نمونه های اولیه درست کرد. اگر روغن مورد آزمایش همگن باشد برداشت سه نمونه کافی خواهد بود. یکی از بالا (۱/۰ قسمت فوقانی)، دیگری از وسط (نمونه وسطی) و نهایی در ۰/۹ فاصله از سطح فوقانی (نمونه پایینی). سپس نمونه کلی با مخلوط کردن یک قسمت از نمونه بالایی و یک قسمت از نمونه پایینی و ۳ قسمت از نمونه وسطی درست می شود، اگر در ته تانک لرد، امولسیون یا آب مشاهده شد، یک نمونه از ته تانک نیز باید برداشت.

- حداکثر دقت باید برای مخلوط کردن نمونه‌های اولیه که از تمام سطوح مخزن به دست می‌آید به کار رفته و اختلاط آنها متناسب برای ارائه یک نمونه کلی صورت پذیرد.
- بهترین روش نمونه‌برداری روغن در هنگام انتقال از یک مخزن به مخزن دیگر، فرو بردن ظرف نمونه‌برداری در جریان روغن در فواصل متعدد و در تمام مدت انتقال است.
- وقتی که یک محموله حاوی تعداد زیادی واحد مانند حلب و یا بشکه باشد، معمولاً تعدادی را به‌طور تصادفی انتخاب کرده و نمونه‌های اولیه را از آنها تهیه می‌کنند. تعداد نمونه انتخابی بستگی به حجم محموله ورودی داشته و مطابق جدول ۲ تعیین می‌شود.

جدول ۲

تعداد نمونه انتخابی	تعداد یا حجم محموله (حلب یا بشکه)
از تمام محموله	کمتر از ۴
از ۲۰ درصد محموله (حداقل ۴ نمونه)	بین ۴ تا ۱۰۰
از ۱۰ درصد محموله (حداقل ۲۰ نمونه)	بیش از ۱۰۰

- نمونه برای آزمایش تعیین کیفیت باید در ظروف شیشه‌ای خشک و تمیز جمع‌آوری شود.
  - حجم فضای خالی بالای روغن باید آن قدر باشد که برای انبساط جا داشته باشد. اما آن قدر هم نباید باشد که هوا به محتویات ظرف آسیب برساند.
  - ظروف نمونه‌برداری را باید با چوب پنبه یا در شیشه‌ای بست و نباید از در لاستیکی استفاده نمود.
  - تمام نمونه‌ها را باید دور از نور نگه داشت زیرا نور باعث بی‌رنگ شدن بعضی روغن‌ها و پررنگ شدن بعضی دیگر می‌شود.
  - نمونه را باید با موم لاک و مهر کرده و کلیه مشخصات لازم را روی برچسب آن نوشت.
  - نمونه باید به‌گونه‌ای لاک و مهر شود که برچسب و محتویات ظرف را نتوان بدون شکستن لاک و مهر خارج و یا دستکاری نمود و از طرفی نمونه نباید نشت کند.
  - جوهری که برای نوشتن برچسب به کار می‌رود باید ضد آب و ضد روغن باشد.
- مشخصاتی که روی برچسب قید می‌شوند عبارت‌اند از:
- مشخصات منبع اصلی (تانک، بشکه، تانکر، حلب و غیره)
  - تعداد نمونه‌های برداشته شده
  - نوع روغن اصلی (مایع، جامد، خام، تصفیه شده و غیره)
  - تاریخ نمونه‌برداری
  - نام نمونه‌بردار
  - محل نمونه‌برداری

نمونه برداری را نباید در جاهایی که در معرض باران است انجام داد و باید از آلودگی با هر ماده دیگری جلوگیری نمود.

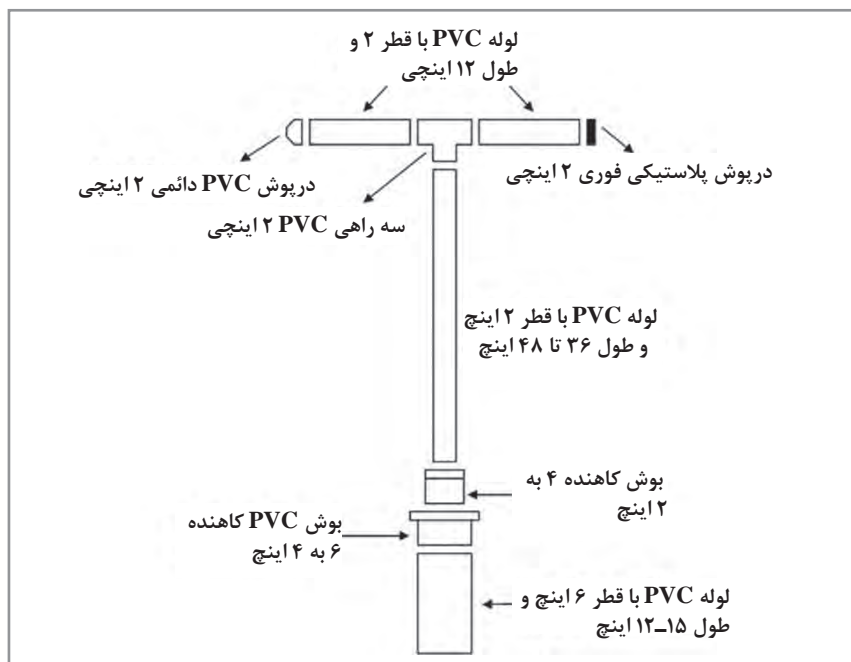


### وسایل نمونه برداری

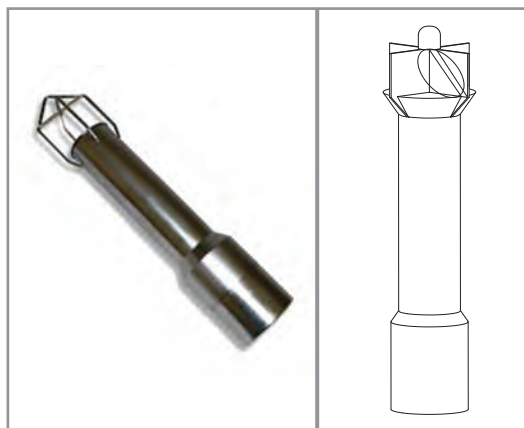
۱- نمونه بردار عمقی (Core Sampler): این وسیله که برای نمونه برداری روغن‌ها و چربی‌های مایع به کار می‌رود لوله‌ای فلزی به طول حدود ۳ متر است که می‌توان با آن از روغن داخل مخزن یا تانک نمونه برداری کرد. در انتهای این لوله دریچه‌ای مناسب تعبیه شده است. موقعی که این دریچه باز باشد اجازه می‌دهد روغن وارد لوله شود و موقعی که بسته باشد، کاملاً از ورود روغن جلوگیری می‌کند. فاصله این دریچه تا انتهای لوله بسیار کم است که می‌توان از ته تانک به همان فاصله نمونه برداری نمود. دریچه را می‌توان به وسیله سیم نازکی از بالای لوله باز و بسته کرد. (شکل ۲ و ۳)



شکل ۲- نمونه بردار عمقی



شکل ۳- شماتیک نمونه بردار عمقی



شکل ۴- نمونه بردار منطقه‌ای

## ۲- نمونه بردار منطقه‌ای یا ناحیه‌ای (Zone Sampler):

این وسیله که برای نمونه برداری روغن‌ها و چربی‌های مایع به کار می‌رود یک ظرف استوانه‌ای شکل از جنس استیل است و به نحوی ساخته شده که به وسیله آن می‌توان نمونه برداری از هر قسمت از تانک را انجام داد. همچنین با این وسیله می‌توان از ته تانک به فاصله بسیار اندک نمونه برداری نمود.

دریچه این ظرف استوانه‌ای طوری جذب می‌شود که پس از نمونه برداری چیزی از آن خارج و یا به آن اضافه نمی‌شود و نحوه ساخت آن طوری است که پس از برداشت نمونه یا دریچه آن خود به خود بسته می‌شود و یا به وسیله ریسمان باریکی که به آن وصل است می‌توان آن را بست. (شکل ۴)

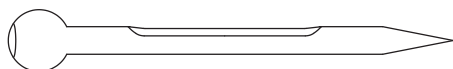


شکل ۵- انواع لوله بامبو

## ۳- لوله بامبو: این وسیله که برای نمونه برداری

از چربی‌های جامد کاربرد دارد لوله‌ای است که نصف جداره آن باز است. طول آن بسته به اندازه ظرف محتوی چربی است. انتهای این لوله به شکل مخروطی است که طول قسمت مخروطی آن بیشتر از یک اینچ نخواهد بود. سر دیگر لوله به دستگیره‌ای به شکل D یا T ختم می‌شود. جنس این لوله نباید از مس یا برنج باشد. (شکل ۵ و ۶)

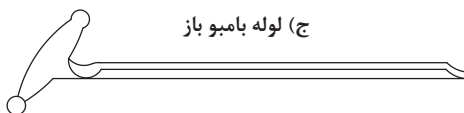
الف) لوله بامبو بسته برای نمونه برداری دانه غلات درشت مانند ذرت



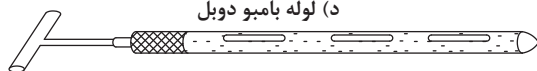
ب) لوله بامبو بسته برای نمونه برداری دانه غلات ریز مانند گندم



ج) لوله بامبو باز



د) لوله بامبو دوبل



شکل ۶- شماتیک انواع لوله بامبو

استفاده از فلز مس در صنعت روغن چه مشکلی ایجاد می‌کند؟

پرسش





**۴- نمونه بردار شیشه‌ای:** یک لوله شیشه‌ای است که طول آن را می‌توان نسبت به حجم ظرف حاوی نمونه در نظر گرفت. نوک آن باریک‌تر است. سر دیگر لوله شیشه‌ای به نحوی است که به وسیله انگشت بسته می‌شود. (شکل ۷)



شکل ۷- نمونه بردار شیشه‌ای

اگر نمونه مورد نظر نیمه جامد باشد دهانه قسمت باریک لوله شیشه‌ای را می‌توان به اندازه‌ای در نظر گرفت که نمونه به راحتی وارد لوله شیشه‌ای شود.

### روش‌های نمونه برداری

الف) نمونه برداری از تانک‌ها یا تانکرهایی که بارگیری شده و محتوی روغن مایع هستند. در این روش می‌توان از لوله نمونه‌گیر (نمونه بردار عمقی Core sampler) استفاده نمود.

ب) نمونه برداری از تانک‌های ساحلی و تانک‌های کشتی که دارای روغن مایع هستند. با استفاده از (نمونه بردار منطقه‌ای Zone sampler)

■ ظرف نمونه برداری تا انتهای تانک فرستاده شده، به مجرد اینکه ظرف پر از روغن شد آن را بیرون کشیده و در ظرف مناسبی خالی می‌کنند.

■ وسایل نمونه برداری عبارت‌اند از بامبو و وسیله شیشه‌ای سر نیزه‌ای، ملاقه دستی و وسایل نمونه برداری استوانه‌ای و مخروطی.

■ نمونه برداری را ممکن است در محل انتقال از کشتی به کرجی یا واگن باری انجام داد.

■ مقدار نمونه برداشت شده باید متناسب با حجم محموله باشد.

■ در هنگام نمونه برداری از دانه‌های روغنی، دانه‌های آسیب دیده را باید جداگانه نمونه برداری کرد و همین‌طور دانه‌های شکسته و یا پوسته‌های جدا شده نباید با دانه‌های سالم مخلوط شوند.

■ نمونه اولیه را باید از کیسه‌ها با وسیله نمونه برداری که روی آن توافق شده است، برداشت.

■ این نمونه‌ها را می‌توان از دانه‌های در حال انتقال با فرو کردن وسیله نمونه برداری در تمام قسمت دانه‌های متحرک انجام داد. باید سعی شود هر چه بیشتر از نقاط مختلف واگن‌ها و کشتی‌ها نمونه برداری نمود.

■ در صورتی که نمونه برداری از سیلوها و انبارها لازم باشد، برحسب شرایط باید عملیات مقدماتی انجام گیرد.

- نمونه‌های اولیه را باید با هم مخلوط نمود تا نمونه کلی به دست آید و آن را به نوبه خود با وسایلی که در صفحه قبل ذکر شد به نمونه‌های کوچک‌تر که نمونه‌های قراردادی هستند، تقسیم کرد.
- وزن هر یک از این نمونه‌ها از ۲ تا ۶ گرم برحسب اندازه دانه روغنی متفاوت است.
- نمونه‌های قراردادی را باید در کیسه‌های پارچه‌ای ریز بافت یا کاغذ محکم و یا پلی اتیلنی، فلزی، جعبه، یا ظروف شیشه‌ای تقسیم نمود.
- انتخاب ظروف نگهداری نمونه، بستگی به مورد استفاده بعدی نمونه دارد.
- برچسب نمونه باید علاوه بر مشخصات نمونه‌بردار و تاریخ نمونه‌برداری حاوی کلیه اطلاعات لازم در مورد نمونه باشد و طوری نصب شود که در مقابل تکان‌های شدید و نقل و انتقال مقاومت داشته و جدا نشود.

### نمونه‌برداری از مخزن محتوی روغن مایع

ابزار و تجهیزات: لوله نمونه‌بردار (سمپلر مدل oil thief)، مته مخصوص، ظروف نمونه‌برداری، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

مواد: گالن روغن

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- گالن محتوی روغن را چندین بار حرکت دهید تا محتویات آن کاملاً مخلوط شود.
- سپس از لوله نمونه‌بردار شیشه‌ای استفاده کرده، آن را به آهستگی از سوراخ گالن و یا روزنه‌ای که خودتان در آن به وجود آورده‌اید وارد کنید و نمونه‌برداری نمایید.
- در صورت امکان سعی شود نوک لوله نمونه‌برداری تا انتهای گالن برسد.
- به محض اینکه لوله شیشه‌ای پر شد، طرف دیگر آن را با انگشت ببندید و از گالن خارج کرده و نمونه را به یک ظرف مناسب منتقل نمایید.
- به همین شکل چندین نمونه از این گالن و گالن‌های دیگر گرفته و طبق روش‌های قبلی آنها را خوب با هم مخلوط کرده و داخل ظروف نمونه‌برداری ریخته و پس از برچسب زدن به آزمایشگاه ارسال کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی



فعالیت  
آزمایشگاهی



### نمونه‌برداری از مخزن محتوی روغن جامد

ابزار و تجهیزات: در باز کن، مته به قطر متناسب (سوراخ کن گالن)، بامبو (لوله نمونه‌بردار)، ظروف نمونه‌برداری، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

مواد: گالن روغن

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- در گالن را باز کنید و اگر گالن بدون در است، با مته مخصوص به قطر متناسب قسمت بالا یا پهلوی آن را سوراخ کنید، به طوری که وسیله لوله نمونه‌برداری (بامبو) به راحتی وارد آن شود.
- در صورت امکان از یک طرف تا طرف دیگر گالن به طور سرتاسری نمونه گرفته شود.
- بامبو را از سوراخ آن وارد کرده، آن را فشار دهید تا نوک آن به طرف دیگر گالن برسد.

- بامبو را به شکل دایره کامل بچرخانید و همراه با نمونه بیرون بکشید.  
- تمام نمونه‌ها را که از همه گالن‌های محموله نمونه‌گیری شده است جمع‌آوری کرده و سپس آن را گرم کرده (نباید کاملاً ذوب شود) و خوب مخلوط نموده و داخل ظرف نمونه ریخته پس از برچسب زدن به آزمایشگاه ارسال کنید.

## ۲- مرحلهٔ آزمون‌های فیزیکی

برای تعیین ویژگی‌های کیفی و درجه خلوص روغن‌ها مجموعه‌ای از آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی، حسی و دستگاهی روی آنها انجام می‌شود. آزمون‌های فیزیکی جزء ساده‌ترین آزمون‌های کنترل کیفیت روغن‌ها هستند. در عین حال از ارزش و اعتبار بالایی برای بررسی کیفیت و خلوص محصول نهایی برخوردارند. این آزمون‌ها در کنترل اصالت روغن‌ها هم نقش مهمی دارند. زیرا با اختلاط روغن‌ها ویژگی‌های فیزیکی آنها تغییر می‌کند. از جمله آزمون‌های فیزیکی می‌توان به اندازه‌گیری دمای نقطه ذوب، ضریب شکست، ویسکوزیته، رنگ و چگالی روغن‌ها اشاره کرد.

### اصول اندازه‌گیری دمای نقطه ذوب روغن‌ها

نقطه ذوب یک ماده خالص دمایی است که در آن فاز جامد و مایع آن تحت فشار اتمسفری در تعادل هستند و به صورت یک عدد معین تعریف می‌شود. اما چون چربی‌های طبیعی مخلوط پیچیده‌ای از تری‌گلیسیریدها هستند نقطه ذوب دقیقی ندارند و در محدوده معینی از دما ذوب می‌شوند. یعنی بسته به ترکیب اسیدهای چرب، عمل ذوب شدن آنها از دمای معینی شروع شده و در دمای معین دیگری به اتمام می‌رسد. این دامنه دمایی را محدوده ذوب می‌گویند. این حدود معادل مدت نرم شدن تدریجی در مرحله انتقال از حالت چربی جامد به روغن مایع است. هرچه میزان غیراشباعیت یک روغن بالاتر باشد، دمای نقطه ذوب آن پایین‌تر خواهد بود به همین سبب عملیات هیدروژنه کردن روغن‌ها که میزان غیراشباعیت آنها را کاهش می‌دهد باعث افزایش دمای نقطه ذوب آنها خواهد شد.

در عمل دمایی که تمام قسمت‌های یک چربی ذوب شده و به مایع تبدیل شود را دمای ذوب آن چربی در نظر می‌گیرند. به‌طور کلی نقطه ذوب تری‌گلیسیریدها وابسته به نوع اسیدهای چرب متشکله آن است. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری نقطه ذوب چربی‌ها وجود دارد:

۱- اندازه‌گیری نقطه ذوب با لوله‌های موئین بسته: در این روش نمونه را در لوله موئین؛ منجمد کرده و یک سر آن را می‌بندند و بعد آن را در حمام آب حرارت می‌دهند تا اینکه چربی کاملاً شفاف شود.

۲- اندازه‌گیری نقطه ذوب با لوله‌های موئین باز: عبارت است از غوطه‌ور کردن یک لوله موئین حاوی ستونی از چربی که تحت شرایط کنترلی بلوری شده، تا عمق مشخص در داخل آبی که دمای آن با سرعت مشخص افزایش می‌یابد. سپس ثبت دمایی که ستون چربی شروع به بالا رفتن در لوله می‌کند. این روش را به نام نقطه نرم شدن (softening point) نام‌گذاری کرده‌اند که تا حدودی شبیه به نقطه لغزش (shipping point) و نقطه ذوب بالا رونده (Rise Melting point) است. در این روش نمونه را در یک لوله موئین باز، منجمد کرده و سپس حرارت می‌دهند تا اینکه روغن در لوله بالا بیاید. در این آزمایش دو مرحله مشخص وجود دارد:

الف) شروع ذوب: دمایی است که در آن هلالی در بالای لوله حاوی چربی پیدا می‌شود.  
ب) ذوب کامل: دمایی که در آن چربی کاملاً ذوب شود.



۳- اندازه‌گیری نقطه ذوب به روش وایلی (wiley): یک صفحه از روغن منجمد شده با ابعاد استاندارد را در حمام آب و الکل حرارت می‌دهند تا صفحه شکل کروی به خود بگیرد.

### اصول اندازه‌گیری ضریب شکست روغن‌ها

ضریب شکست یک ماده نسبت سرعت نور در خلأ به سرعت نور در آن ماده است. برای سهولت به عنوان استاندارد معمولاً به جای خلأ سرعت نور در هوا را در نظر می‌گیرند. ضریب شکست را با رابطه زیر نشان می‌دهند.

$$n = \frac{\text{سینوس زاویه نور تابنده}}{\text{سینوس زاویه نور شکسته}} \quad n \text{ (ضریب شکست)}$$

معمولاً ضریب شکست مواد را در ۲۰ درجه سلسیوس و با نور یک‌رنگ سدیم با طول موج ۵۸۹۳ آنگستروم به عنوان منبع روشنایی اندازه می‌گیرند، اما چون بعضی مواد از جمله بعضی از روغن‌ها و چربی‌ها در ۲۰ درجه سلسیوس مایع نیستند، در مورد روغن‌ها و چربی‌ها ضریب شکست را در ۴۰ درجه سلسیوس اندازه می‌گیرند. ضریب شکست را با  $D_{20}$  نشان می‌دهند که معنی آن اندازه‌گیری ضریب شکست در ۲۰ درجه سلسیوس با نور زرد D سدیم است.



شکل ۸- دستگاه رفاکتومتر

از آنجایی که ضریب شکست یکی از ثابت‌های روغن‌ها و چربی‌ها است برای تشخیص اصالت روغن‌ها و نیز تعیین نقطه پایانی عملیات هیدروژناسیون از آن استفاده می‌شود. بین ضریب شکست و ترکیب و ساختمان اسیدهای چرب و گلسیریدها رابطه زیر برقرار است: الف) ضریب شکست روغن‌ها با افزایش طول زنجیره هیدروکربنی و تعداد پیوندهای دوگانه افزایش می‌یابد. ب) ضریب شکست گلسیریدهای ساده به طرز قابل ملاحظه‌ای بیش از اسیدهای چرب مربوطه است. برای اندازه‌گیری ضریب شکست از دستگاه رفاکتومتر استفاده می‌شود. (شکل ۸)

۱ با انجام عمل هیدروژناسیون ضریب شکست روغن‌ها چه تغییری می‌کند؟

۲ چگونه اندازه‌گیری ضریب شکست می‌تواند منجر به کشف تقلب در روغن‌ها شود؟

پرسش



## اصول اندازه‌گیری ویسکوزیته (گرانروی) روغن‌ها

ویسکوزیته یک مایع، مقاومتی است که در برابر حرکت یک قسمت از مایع روی قسمت دیگری از مایع به وجود می‌آید. بنابراین میزان مقاومت یک سیال در مقابل جاری شدن را ویسکوزیته یا گرانروی می‌نامند. و آن نیروی اصطکاکی مخالف با جهت جاری شدن سیال است.

برای اندازه‌گیری ویسکوزیته دستگاه‌های مختلفی به نام ویسکومتر وجود دارند که عبارت‌اند از: ویسکومترهای به شکل U، ویسکومترهای دورانی، ویسکومترهای حبابی و غیره (شکل ۹)، ولی روش استاندارد ساده‌تری که برای اندازه‌گیری ویسکوزیته روغن‌های شفاف وجود دارد عبارت است از روش زمان حرکت حباب (bubble time) که در بخش عملیات کارگاهی به آن پرداخته می‌شود.

ویسکوزیته یک روغن گیاهی به ترکیبات شیمیایی (عدد یدی و عدد صابونی) و دمای اندازه‌گیری بستگی دارد. ویسکوزیته را با چگالی، ضریب شکست، کشش سطحی و خواص فیزیکی دیگر مرتبط دانسته‌اند.

تغییرات در ویسکوزیته برای کنترل اینتراستریفیکاسیون و هیدروژناسیون روغن‌ها استفاده می‌شود. ویسکوزیته مایعات با افزایش دما کاهش می‌یابد. ویسکوزیته با افزایش پیوندهای دوگانه هم کاهش می‌یابد. لذا با هیدروژنه کردن روغن‌ها، میزان ویسکوزیته افزایش پیدا می‌کند.

ویسکوزیته با افزایش طول زنجیره اسیدهای چرب زیاد می‌شود. با افزایش پلیمری شدن، گرانروی روند صعودی به خود می‌گیرد. با افزایش غلظت موم‌ها در روغن‌ها، ویسکوزیته آنها افزایش می‌یابد. سرخ کردن گرانروی روغن را افزایش می‌دهد. گرانروی روغن کرچک از سایر روغن‌ها بسیار بیشتر است. چون روغن کرچک به دلیل داشتن اسید ریسینولئیک (OH ۱۲، C<sub>18</sub>:۱(۹)) بالا به راحتی پل‌های هیدروژنی (علاوه بر پیوندهای

هیدروفوب) بین مولکول تشکیل می‌دهد. اندازه‌گیری ویسکوزیته از لحاظ توان پمپ‌ها و دستگاه‌های هم‌زن نیز تأثیر دارد.

## اصول اندازه‌گیری رنگ روغن‌ها

یکی از فاکتورهایی که برای کنترل کیفیت روغن‌ها ضروری است اندازه‌گیری رنگ در طول فرایند یعنی از مرحله استخراج، تصفیه (خنثی تا بی‌بوکننده) و محصولات نهایی است.

■ اکثر روغن‌ها به رنگ زرد مایل به قرمز یا کهربایی هستند.

■ رنگ روغن مربوط به حضور رنگدانه‌های کاروتنوئیدی (زرد قرمز) و یا کلروفیل (سبز) است. بعضی از روغن‌های خام ممکن است به‌طور غیرطبیعی رنگی باشند که نتیجه آسیب وارده به دانه‌های روغنی در مزرعه، نگهداری ناصحیح یا بی‌دقتی در هنگام خرد کردن و استخراج روغن است.



شکل ۹- ویسکومتر

اندازه‌گیری رنگ، شرایط محصول برای مشخص کردن عملیات رنگ‌بری و فراوری لازم را تعیین می‌کند.

اندازه‌گیری رنگ روغن‌ها به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که عبارت‌اند از:

**۱- اندازه‌گیری رنگ به روش وسون (Wesson):** روشی است که رنگ یک چربی ذوب شده یا روغن را به وسیله مقایسه با رنگ شیشه‌های قرمز و زرد لایباند با مشخصات معلوم تعیین می‌کند. در این روش نمونه

روغن در یک سل با طول مسیر ۱ یا  $\frac{1}{4}$  اینچ ریخته شده و مقایسه رنگ به وسیله آزمایشگر به‌طور چشمی انجام می‌شود. این مقایسه با قراردادن رنگ‌های استاندارد قرمز و زرد بر روی زمینه شاهد در مجاورت نمونه روغن انجام می‌شود. برای اکثر نمونه‌ها از سل  $\frac{1}{4}$  اینچ استفاده می‌شود مگر برای روغن‌های تیره رنگ که رنگ آنها از ۴۰ واحد قرمز بیشتر باشد.

**۲- اندازه‌گیری رنگ با روش لایباند (استاندارد انگلستان):** روشی که با استفاده از تینتومتر لایباند انجام می‌شود و این روش در بسیاری از کشورها به‌جز آمریکا روشی استاندارد است. اساس کار دستگاه تینتومتر لایباند استفاده از یک سری از شیشه‌های استاندارد قرمز، زرد و آبی با رنگ ثابت است. این



شکل ۱۰- دستگاه لایباند

استانداردها از رنگ سفید تا رنگ قرمز، زرد و آبی تیره تغییر می‌کنند. هر رنگ استاندارد شماره دارد و با رنگ شیشه قبل و بعد خود به‌طور دقیق تفاوت دارد. افزودن زمینه آبی درجه بیشتری از شفافیت و سبزی را فراهم می‌کند.

**۳- اندازه‌گیری رنگ روغن‌ها به وسیله طیف‌سنج نوری (اسپکتروفوتومتری):** این روش به منظور استفاده از یک روش دستگاهی برای حذف قضاوت بصری به وسیله آزمایشگر ارائه شده است.

پرسش



به نظر شما هر یک از مراحل تصفیه روغن‌ها چه تأثیری روی رنگ روغن دارند.

### اصول اندازه‌گیری چگالی روغن‌ها

دانسیته یا جرم مخصوص عبارت از جرم، حجم معینی از یک ماده در دمای مشخص است. برای مثال دانسیته آب در دمای محیط برابر  $1 \text{ g/cm}^3$  یا  $1000 \text{ kg/m}^3$  است. یعنی ۱ سانتی‌متر مکعب (۱ سی‌سی) آب، جرمی دقیقاً برابر یک گرم و یا یک لیتر آب جرمی دقیقاً برابر ۱۰۰۰ گرم دارد.

اما دانسیته روغن‌های خوراکی کمتر از این میزان است یعنی یک لیتر روغن خوراکی جرمی کمتر از ۱۰۰۰ گرم دارد. از آنجا که با تغییرات دما، حجم روغن‌ها هم تغییر می‌کند پس برای محاسبه دانسیته روغن‌ها، دما باید معین و ثابت باشد. معمولاً اندازه‌گیری دانسیته روغن‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس انجام می‌شود.

پرسش



با تغییر دما، دانسیته چگونه تغییر می‌کند؟

جرم مخصوص یا چگالی نسبی یک پارامتر مهم در مبادلات بازرگانی برای روغن است. زیرا رابطه بین جرم و حجم را مشخص می‌کند.

در آزمایش روغن‌ها از اندازه‌گیری چگالی به دو منظور استفاده می‌شود:

الف) به عنوان کمک در تشخیص خلوص روغن یا تقلب در آن

ب) برای اندازه‌گیری جرم یک روغن در یک ظرف از روی حجم معین آن

فعالیت  
آزمایشگاهی



### اندازه‌گیری نقطه ذوب روغن‌ها به روش لوله موئین باز (نقطه لغزش)

ابزار و تجهیزات: لوله‌های موئین، ظرف شیشه‌ای یا لوله آزمایش با حجم تقریبی ۸ سی‌سی، چراغ گاز یا اجاق برقی با حرارت قابل تنظیم، کاغذ خشک‌کن، یخچال، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

مواد: روغن یا چربی خوراکی

#### روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.

- نمونه روغن را ذوب و کاملاً مخلوط کنید.

- نمونه روغن را از کاغذ صافی عبور دهید تا علاوه بر جدا کردن مواد خارجی، رطوبت آن نیز گرفته شود.

- ۲ تا ۳ لوله موئین تمیز و خشک را در روغن و چربی ذوب شده فرو کرده و بگذارید روغن حدود یک سانتی‌متر در لوله‌ها بالا رود.

- لوله را از داخل روغن خارج کرده و توسط کاغذ خشک‌کن آن را تمیز کرده و سریعاً در سردخانه یخچال یا مخلوط آب و یخ قرار دهید تا نمونه کاملاً جامد شود.

- لوله‌های حاوی روغن را با یک کش لاستیکی به یک دماسنج طوری ببندید که قسمت روغن به موازات مخزن جیوه دماسنج قرارگیرد یا با آن در تماس باشد.

- دماسنج را روی گیره‌ای که روی پایه‌ای سوار شده، به نحوی آویزان کنید که در داخل ظرف آبی که دمای آن ۱۰ تا ۱۵ درجه سلسیوس است و خود داخل یک حمام آب و یا محفظه‌ای با جریان هوای گرم باشد.

- به تدریج حرارت دهید به طوری که ازدیاد دما در هر دقیقه ۰/۵ تا ۱ درجه سلسیوس باشد.

- دمایی را که روغن شروع به ذوب شدن و حرکت نمودن در داخل لوله موئین می‌نماید را یادداشت کنید. این نقطه را نقطه ذوب مایع یا نقطه لغزش می‌نامند.

فعالیت  
آزمایشگاهی



### اندازه‌گیری نقطه ذوب روغن‌ها به روش وایلی

ابزار و تجهیزات: یخچال با دمای ۸ تا ۱۰ درجه سلسیوس، صفحه استیل مربع شکل به ضلع ۱۵۰ میلی‌متر و ضخامت ۱۰ میلی‌متر، صفحه آلومینیومی مربع شکل ۱۰۰ میلی‌متر و ضخامت ۳/۱ میلی‌متر که در آن سوراخ‌هایی به قطر ۹/۴ میلی‌متر تعبیه شده باشد و صفحه مشبک بر روی صفحه استیل قرارگیرد،

دماسنج با حدود دمایی ۲- تا ۶۸ درجه سلسیوس یا ۲- تا ۸۰ درجه سلسیوس با دقت ۰/۱ درجه، لوله‌های آزمایش به طول ۳۰۰ میلی‌متر و قطر داخلی ۳۵ تا ۳۸ میلی‌متر، بشر شیشه‌ای به ارتفاع

حدود ۲۰۰ میلی‌متر و قطر حدود ۸۵ میلی‌متر، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

مواد: روغن یا چربی خوراکی، الکل اتیلیک

### روش کار:

- هنجاریان را به چند گروه تقسیم کنید.
- الکل ۹۵ درصد و آب مقطر را به‌طور جداگانه به مدت ۱۰ دقیقه بجوشانید. (تا گازهای موجود در آنها خارج شوند)
- ابتدا یک دوم لوله را با آب و نصف دیگر را الکل بریزید. (الکل را از جدار لوله به آهستگی درون لوله بریزید تا از مخلوط شدن آن با آب جلوگیری شود).
- در زمانی که صفحه استیل را به کار می‌برید لازم است آن را در یخچال بگذارید تا کاملاً سرد شود.
- صفحه آلومینیومی را روی صفحه استیل قرار دهید.
- پس از اینکه صفحه سرد شد از نمونه آماده شده (قبلاً ذوب و یکنواخت و از کاغذ صافی عبور داده و کاملاً خشک شده است) روی سوراخ‌های صفحه آلومینیومی بریزید مدت ۲ ساعت بگذارید بماند.
- مقدار اضافی را به‌وسیله کاردک از روی صفحه آلومینیومی جدا کنید و نمونه داخل سوراخ را از لوله فوق‌الذکر بپندازید این قرص (دیسک) در قسمت فصل مشترک آب و الکل قرار می‌گیرد.
- لوله آزمون را داخل بشر که محتوی آب است به‌وسیله گیره به نحوی قرار دهید که در وسط بشر قرار گیرد.
- بشر را گرم کنید و برای یکنواخت کردن آب از عبور دادن جریان ملایم هوا به درون آن یا هم‌زن مغناطیسی استفاده کنید.
- در ضمن دماسنج را به‌طور دورانی حرکت دهید (درجه فصل مشترک آب و الکل یکنواخت شود) دمایی که به بشر می‌رسد باید به نحوی میزان شود که در مدت ۱۰ دقیقه ۲ درجه سلسیوس دمای آن اضافه شود.
- نمونه داخل لوله به تدریج از حالت دیسک خارج و به شکل کروی در می‌آید و در موقعی که کره کامل شد، دما در این لحظه، نقطه ذوب خواهد بود.
- در این هنگام دمای آب بشر نباید ۱/۵ درجه سلسیوس بیش از دمای لوله آزمایش باشد.

در صورتی که نمونه به جدار لوله بچسبد آزمون باید تکرار شود.

نکته



فعالیت  
آزمایشگاهی



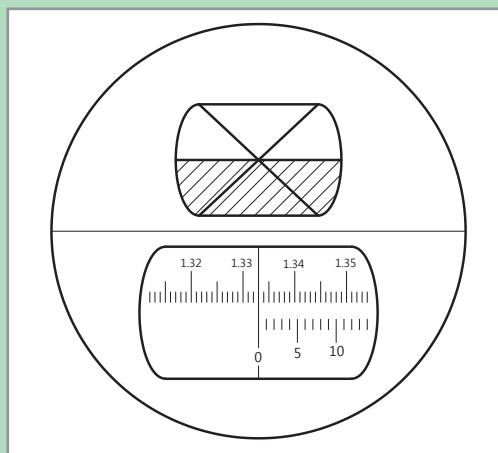
### اندازه‌گیری ضریب شکست روغن‌ها (اندیس رفاکت روغن‌ها)

ابزار و تجهیزات: رفاکتومتر همراه حمام آب با سیستم کنترل دقیق دما، اجاق برقی (هیتر)، بشر، قیف شیشه‌ای، کاغذ صافی، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه  
مواد: روغن یا چربی خوراکی

### روش کار:

- هنجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- ابتدا روغن را کمی گرم کنید. (برای سهولت اندازه‌گیری ضریب شکست بهتر است روغن را از صافی بگذرانید.)
- دستگاه رفاکتومتر را روشن کنید.
- ۲ یا ۳ قطره روغن را روی منشوری که قبلاً با الکل تمیز کرده‌اید بریزید.
- دمای حمام رفاکتومتر برای روغن‌های معمولی روی ۴۰ درجه سلسیوس و برای نمونه‌هایی که دمای نقطه ذوب بالاتری دارند روی ۶۰ درجه سلسیوس تنظیم می‌شود.
- بعد منشور بالا را روی آن محکم کنید.

- نور دستگاه را تنظیم و از چشمی دستگاه نگاه کنید. دو صفحه مشاهده می‌شود که یکی بالا و دیگری پایین قرار گرفته است. در صفحه بالا دو خط متقاطع به شکل ضربدر وجود دارد با تغییر دادن پیچ بزرگ که در طرف راست دستگاه در قسمت پایین قرار گرفته است صفحه تاریک به طرف بالا و پایین حرکت می‌کند.



شکل ۱۱- صفحه تنظیم رفاکتومتر روغن

- لبه این قسمت را با تغییر دادن پیچ بزرگ طوری تنظیم کنید تا در مرکز ضربدر قرار گیرد.
- پیچ موازنه‌کننده به رنگ (پیچ زیرچشمی جلوی دستگاه) را تا بی‌رنگ شدن خط مرزی بگردانید.
- چرخاندن را وقتی که خط مرزی نه مایل به قرمز و نه مایل به آبی باشد متوقف کنید.
- دوباره خط مرزی را به وسیله پیچ تنظیم بزرگ در مرکز ضربدر قرار دهید و به صفحه پایین نگاه کنید و اندیس رفاکت روغن را یادداشت کنید.

### اندازه‌گیری ویسکوزیته روغن‌های شفاف (مایع) به روش زمان حرکت حباب (bubble time) ابزار و تجهیزات:

- حمام آب که بتواند دما را در ۲۵ درجه سلسیوس نگاه دارد.
- لوله استاندارد مخصوص اندازه‌گیری ویسکوزیته از جنس شیشه شفاف ته صاف که دارای قطر داخلی ۱۰/۶۵ میلی‌متر و طول لوله ۱۱۴ میلی‌متر باشد. این لوله باید دارای خطوط مدرج بوده که از پایین به بالا به ترتیب زیر درجه‌بندی شده باشد.
- a- ۲۷ میلی‌متر
- b- ۱۰۰ میلی‌متر
- c- ۱۰۸ میلی‌متر
- فاصله اولین و دومین خط باید ۷۳ میلی‌متر باشد. تمام خطوط و فاصله‌ها باید در سطح خارجی لوله و از قسمت ته آن علامت‌گذاری شده باشد.
- تایمری که بتواند زمان را با دقت ۰/۱ ثانیه اندازه‌گیری کند.

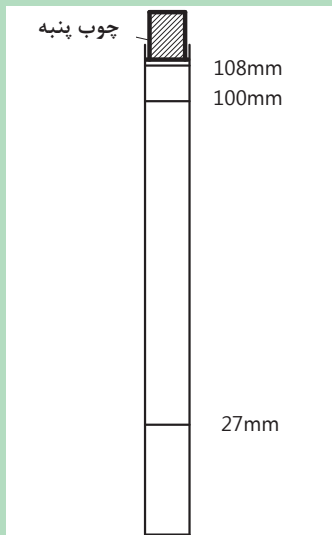


- پایه برای اندازه‌گیری لوله اندازه‌گیری ویسکوزیته در حمام آب ۲۵ درجه سلسیوس  
- چوب پنبه متناسب با دهانه لوله اندازه‌گیری ویسکوزیته (شماره ۲ کوتاه)  
**مواد:** روغن گیاهی مایع مورد نظر مثل سویا یا کرچک، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه  
**روش کار:**

- هنجریان را به چند گروه تقسیم کنید.
- لوله اندازه‌گیری ویسکوزیته را با نمونه مورد آزمایش تقریباً تا خط ۱۰۸ میلی‌متر پر کنید. (شکل ۱۲)
- در لوله را با چوب پنبه ببندید (زیاد محکم نکنید) و آن را به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب ۲۵ درجه سلسیوس نگهدارید.
- پس از ۱۰ دقیقه، سطح نمونه را طوری تنظیم کنید که تقعر مایع هم سطح خط ۱۰۰ میلی‌متر قرار گیرد. (شکل ۱۲)
- اکنون چوب پنبه را به نحوی محکم کنید که انتهای آن هم سطح خط ۱۰۸ میلی‌متر باشد. این عمل اطمینان خواهد داد که یک حباب مناسب و به اندازه یکنواخت در لوله به وجود آید.
- لوله را سر و ته کنید و همراه با پایه در حمام آب ۲۵ درجه سلسیوس فرو کنید. حداقل ۲۰ دقیقه در حمام آب بماند.
- برای خواندن، به سرعت لوله را دوباره برگردانید. در این هنگام حباب هوا که در انتها قرار دارد، شروع به بالا رفتن می‌کند.
- تایمر را آماده نگه دارید زمانی که قسمت بالای حباب مماس بر خط ۲۷ میلی‌متر شد، زمان سنج را روشن کنید. (شکل ۱۲)
- حباب هوا به طرف بالا حرکت می‌کند. زمانی که قسمت بالای حباب به خط ۱۰۰ میلی‌متر رسید و با آن مماس شد، زمان سنج (تایمر) را متوقف کنید.
- این عمل باعث می‌شود که زمان حرکت حباب برحسب ثانیه برای مسافت ۷۳ میلی‌متری تعیین شود.

#### محاسبه

ویسکوزیته‌ای که به وسیله زمان‌گیری برحسب ثانیه به دست می‌آید به عنوان (bubble seconds) یا به طور تقریب (Stokes) بیان می‌شود.



شکل ۱۲- لوله اندازه‌گیری ویسکوزیته

استوک (S) واحد اندازه‌گیری ویسکوزیته در سیستم c.g.s است در حالی که واحد اندازه‌گیری ویسکوزیته در سیستم SI پاسکال . ثانیه Pa.s است.



### اندازه‌گیری چگالی روغن‌ها

ابزار و تجهیزات: پیکنومتر شیشه‌ای با در آب‌بندی شده و با ظرفیت ۵۰ میلی‌متری، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

مواد: روغن یا چربی خوراکی، آب مقطر تازه جوشیده و سرد شده

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- ابتدا پیکنومتر را تمیز و خشک کرده و به‌طور دقیق وزن کنید.
- پیکنومتر را با آب مقطر تازه جوشیده و سرد شده که دمای آن بین ۲۰ تا ۲۳ درجه سلسیوس باشد پر کنید، به طوری که حباب هوا وارد آن نشود.
- در آن را گذاشته و در آب ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه نگه دارید.
- سپس آن را بیرون آورده کاملاً خشک کرده و با دقت توزین کنید.
- وزن ظرف خالی را از مجموع وزن ظرف و آب کسر کرده و یادداشت نمایید.
- پیکنومتر را خالی کرده در آن خشک کرده سپس نمونه روغن را گرم کرده و چون باید روغن کاملاً خشک باشد آن را با عبور از کاغذ صافی خشک کنید.
- نمونه را سرد کرده تا دمای آن بین ۲۰ تا ۲۳ درجه سلسیوس برسد.
- سپس آن را به نحوی وارد پیکنومتر کنید که حباب هوا وارد آن نشود.
- در آن را گذاشته و در آب ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه نگه دارید.
- پس از این مدت آن را بیرون آورده کاملاً تمیز و خشک نموده و با دقت توزین نمایید.
- جرم مخصوص (چگالی) روغن را به شرح ذیل محاسبه کنید.

$$\text{جرم پیکنومتر} - (\text{جرم روغن} + \text{پیکنومتر}) = \text{جرم مخصوص در } ۲۵ \text{ درجه سلسیوس}$$

$$\text{جرم پیکنومتر} - (\text{جرم آب} + \text{پیکنومتر})$$



شکل ۱۳- پیکنومتر



## ۳- مرحلهٔ آزمون‌های شیمیایی

طیف گسترده‌ای از آزمون‌های شیمیایی برای بررسی کیفیت روغن‌های خوراکی انجام می‌شود. این آزمون‌ها شامل تعیین عدد پراکسید، اسیدیته آزاد، عدد یدی، عدد صابونی و عدد آنیزیدین می‌شود. امروزه برای تعیین عدد یدی و صابونی به جای انجام آزمایش شیمیایی می‌توان از نتایج حاصل از تعیین ترکیب اسیدهای چرب با تکنیک گاز کروماتوگرافی استفاده کرد.

### اصول اندازه‌گیری عدد پراکسید روغن‌ها

اتواکسیداسیون مهم‌ترین نوع اکسیداسیون روغن‌ها است. هیدروپراکسیدها که در اثر واکنش اکسیژن با اسیدهای چرب غیراشباع به وجود می‌آیند، محصولات اولیه ناشی از اتواکسیداسیون اسیدهای چرب هستند و در طعم نامطلوب روغن نقشی ندارند. از شکسته شدن هیدروپراکسیدها، ترکیباتی مانند آلدهیدها، و ستن‌ها تولید می‌شوند که محصولات ثانوی اکسیداسیون نامیده می‌شوند. این ترکیبات دارای طعم و بوی نامطبوعی هستند.

غلظت هیدروپراکسیدها را معمولاً به صورت عدد پراکسید (PV) بیان می‌کنند. این عدد معیاری از شدت وقوع اکسیداسیون در روغن است. عدد پراکسید با اندازه‌گیری مقدار ید آزاد شده (اکسایش یافته) از پتاسیم یدید (KI) به دست می‌آید و به صورت میلی‌اکی والان پراکسید در ۱۰۰۰ گرم روغن بیان می‌شود. اندیس پراکسید یکی از متداول‌ترین آزمون‌های شیمیایی برای تعیین کیفیت چربی‌ها و روغن‌هاست. اندیس پراکسید ارتباط خوبی را با امتیازات حسی داده شده به طعم و بو نشان داده است.

پرسش

کدام یک از مراحل تصفیه روغن باعث حذف پراکسیدها می‌شود؟



### اصول اندازه‌گیری اسیدیته آزاد روغن‌ها

فساد هیدرولیتیکی در نتیجه تجزیه هیدرولیز اتصالات استری مولکول تری‌گلیسرید اتفاق می‌افتد و حاصل آن تشکیل اسیدهای چرب آزاد است. این واکنش در میوه‌ها و دانه‌های روغنی در نتیجه فعالیت آنزیم لیپاز انجام می‌گیرد، به همین دلیل لیپولیز نامیده می‌شود.

اسیدیته آزاد مقدار اسیدهای چرب آزاد چربی‌ها و روغن‌ها را اندازه‌گیری می‌کند.

اسیدیته آزاد روغن‌ها مقدار سدیم هیدروکسید لازم برای خنثی کردن اسیدهای چرب آزاد روغن است. مقدار اسیدهای چرب آزاد در روغن را برحسب اولئیک‌اسید و به صورت درصد بیان می‌کنند. به این ترتیب رابطه مستقیمی بین اسیدیته آزاد و فعالیت لیپاز وجود دارد.

اندازه‌گیری اسیدیته آزاد یکی از اولین آزمون‌های کنترل کیفی روغن‌های خام و یا تصفیه شده حیوانی یا گیاهی است. در بدو ورود روغن خام به کارخانه‌های تصفیه آزمون اندازه‌گیری اسیدیته آزاد روی آن انجام می‌شود.

پرسش

چرا سرعت افزایش اسیدیته آزاد در میوه‌های روغنی (مانند پالم یا زیتون) خیلی بیشتر از دانه‌های روغنی مثل سویا یا کلزا است؟



## اصول اندازه‌گیری اندیس یدی روغن‌ها

تعیین عدد یدی یک روش آزمون بسیار متداول برای اندازه‌گیری میزان غیر اشباعیت چربی‌ها و روغن‌ها است.

عدد یدی به صورت گرم ید جذب شده به ازای ۱۰۰ گرم روغن تعریف می‌شود و شاخص میزان اسیدهای چرب غیراشباع نمونه است.

روغن‌ها و چربی‌هایی که دارای غیراشباعیت بالایی هستند، عدد یدی بیشتری دارند. به دلیل اینکه ید جذب پیوندهای موجود در اسیدهای چرب می‌شود.

تعیین اندیس یدی روش‌های متفاوتی دارد. در روش ویجس از ید مونوکلرید و در روش هانوس از ید مونوبرمید استفاده می‌شود.

### اندازه‌گیری عدد پراکسید روغن‌ها

**ابزار و تجهیزات:** شیشه پراکسید، ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم، پیپت ۱ میلی‌لیتری، مزور ۵۰ میلی‌لیتری، میکروپورت، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه

**مواد:** محلول پتاسیم یدی اشباع، استیک اسید در کلروفرم؛ (به نسبت ۳ به ۲)، نشاسته ۱ درصد، سدیم تیوسولفات ۰/۰۱ نرمال

#### روش کار:

- هنجرویان را به چند گروه تقسیم کنید.  
- ابتدا ۵ گرم روغن را وزن کرده از مخلوط کلروفرم و استیک اسید ۳۰ سی سی به آن اضافه کنید تا نمونه حل شود.

- سپس ۰/۵ میلی‌لیتر محلول پتاسیم یدی اشباع بریزید و بگذارید یک دقیقه در تاریکی بماند و گاهی به هم بزنید.

- سپس ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن افزوده و با محلول سدیم تیوسولفات ۰/۰۱ نرمال عیارسنجی کنید تا رنگ زرد کم رنگ ظاهر شود.

- سپس چند قطره شناساگر نشاسته اضافه و محلول را به شدت تکان دهید و عیارسنجی را ادامه دهید تا تمام ید از لایه کلروفرمی آزاد شده با محلول سدیم تیوسولفات واکنش دهد و رنگ آبی ناپدید شود.

- در انتهای عمل باید بعد از اضافه کردن هر قطره سدیم تیوسولفات به شدت تکان دهید.

محاسبه

$$\text{پراکسید موجود در روغن بر حسب میلی اکی والان در کیلوگرم} = \frac{V \times N \times 1000}{W}$$

V = حجم مصرفی تیوسولفات

N = نرمالیت تیوسولفات

W = وزن روغن





### اندازه‌گیری اسیدیته آزاد روغن‌ها

ابزار و تجهیزات: ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم، ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری، استوانه مدرج (مزور) ۵۰ میلی‌لیتری، بورت، قطره چکان، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه  
مواد: فنل فتالئین ۱ درصد در الکل اتیلیک، الکل اتیلیک، سود ۰/۱ نرمال  
روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- نمونه را تا ۱۰ درجه بالاتر از نقطه ذوب آن گرم کرده و خوب مخلوط کنید. از روی جدول زیر مقدار نمونه را نسبت به درصد اسید آن انتخاب کنید.

جدول ۳

درصد اسیدیته	مقدار نمونه	مقدار الکل	نرمالیته سود
۰/۲ - صفر	۵۶/۴	۵۰	۰/۱
۰/۲ - ۱/۰	۲۸/۲	۵۰	۰/۱
۱-۳۰	۷/۰۵	۷۵	۰/۲۵
۳۰-۵۰	۷/۰۵	۱۰۰	۰/۲۵-۱/۰
۵۰-۱۰۰	۳/۵۲۵	۱۰۰	۱/۰

- پس از اینکه مقدار نمونه را از جدول انتخاب کردید، آن را در یک ارلن مایر تمیز و خشک وزن کرده، از طرفی مقدار الکل انتخاب شده را در ارلن مایر دیگر به وسیله مزور ریخته تا حدود ۶۰ درجه سلسیوس گرم کنید.
- سپس چند قطره معرف فنل فتالئین افزوده و با سود خنثی کنید تا رنگ صورتی کمرنگی ظاهر شود.
- بعد الکل خنثی شده را به نمونه اضافه کرده و مخلوط را با سود نرمال تیترا کنید تا رنگ صورتی کمرنگ حاصل شود و به مدت ۳۰ ثانیه پایدار باشد.
- مقدار مصرفی سود را یادداشت کرده و طبق فرمول زیر محاسبه کنید.

$$\text{درصد اسیدهای چرب آزاد (برحسب اولئیک اسید)} = \frac{۲۸/۲ \times \text{نرمالیته سود} \times \text{مصرفی سود}}{\text{وزن نمونه}}$$



### اندازه‌گیری اندیس یدی روغن‌ها (روش هانوس)

ابزار و تجهیزات: ارلن مایر در سنباده‌ای، ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم، پیپت حساب‌دار ۱۰، ۲۵ و ۵ میلی‌لیتری، بورت اتوماتیک، استوانه مدرج (مزور) ۱۰۰ میلی‌لیتری، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه  
مواد: محلول هانوس، جیوه استات در استیک اسید، پتاسیم یدید ۱۵ درصد، شناساگر نشاسته ۱ درصد، کلروفرم خالص، اسید استیک خالص، ید خالص، سدیم تیوسولفات ۰/۱ نرمال

### روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- مقدار ۵ گرم نمونه روغن جامد و یا ۲۵ گرم از نمونه روغن مایع را در یک ارلن مایر به دقت وزن کنید.
- ۱۰ میلی لیتر کلروفرم به آن افزوده و روغن را در آن حل کنید.
- سپس ۲۵ سی سی محلول هانوس را به آرامی به آن بیفزایید.
- و بعد ۱۰ سی سی محلول جیوه استات در استیک اسید اضافه کنید و ۳ دقیقه در تاریکی قرار دهید.
- سپس در ارلن را برداشته و ۱۰ میلی لیتر محلول پتاسیم یدید ۱۵ درصد به آن افزوده و ارلن را کاملاً تکان دهید.
- سپس با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر تازه جوشیده سرد شده در و جدار ارلن را بشویید.
- محلول را با سدیم تیوسولفات ۱/۰ نرمال که به صورت قطره قطره اضافه می شود و در حالی که ارلن را به طور یکنواخت تکان می دهید عیارسنجی کنید تا محلول زرد رنگ تقریباً بی رنگ شود.
- سپس چند قطره شناساگر نشاسته به آن افزوده و عیارسنجی را ادامه دهید تا رنگ آبی کاملاً از بین برود.
- در خاتمه عمل در ارلن را گذاشته و آن را به شدت تکان دهید تا هرگونه ید باقی مانده به صورت محلول در کلروفرم جذب محلول پتاسیم یدید شود.
- زمان خالی شدن پیپت برای نمونه و شاهد باید مشابه باشد.
- آزمایش شاهد را دقیقاً با همان شرایط و در ظروف همانند بدون وجود نمونه روغن انجام دهید.

طرز محاسبه:

$$\text{عدد یدی} = \frac{(V_2 - V_1) \times 12/69 \times N}{W}$$

$V_1$  = حجم محلول سدیم تیوسولفات مصرفی برای نمونه

$V_2$  = حجم محلول سدیم تیوسولفات مصرفی برای شاهد

$N$  = نرمالیت سدیم تیوسولفات

$W$  = وزن نمونه بر حسب گرم

## ۴- مرحله آزمون‌های حسی

### اصول ارزیابی حسی روغن‌ها

ارزیابی حسی روشی است علمی برای آشکارسازی، اندازه‌گیری، تحلیل و تفسیر پاسخ یا واکنش انسان‌ها نسبت به محصولات که به‌وسیله حواس بینایی، بویایی، لامسه‌ای، چشایی و شنوایی انسان دریافت و ادراک می‌شوند.

در تمامی مراحل چرخه عمر محصول، از شکل‌گیری ایده اولیه تا پایش کالا پس از ارسال آن به بازار، ارجاع مسائل به کارشناسان ارزیابی حسی ضروریست.

همچنین آزمون‌های حسی و آزمون توسط مصرف‌کنندگان می‌توانند بینشی بنیادی نسبت به رفتار و ادراک حسی انسان ایجاد کنند. روش‌های ارزیابی حسی به تشخیص ویژگی حسی مهم و محرک پذیرش در کالا کمک زیادی می‌کنند.

روش‌های ارزیابی حسی در تعیین اهداف حسی مصرف‌کنندگان، بررسی محصولات رقیب و یا ارزیابی محصولات آزمایشی جدید راهگشا هستند.

در امور کنترل کیفیت کالا، می‌توان به جای انجام آزمایشات پرهزینه و نیازمند تجهیزات، از کمک ارزیابی حسی بهره‌مند شد.

همچنین آزمون حسی را می‌توان در مجموعه آزمون‌های کنترل کیفیت محصول نهایی، به منظور حدود قابل‌پذیرش «مختصات حسی مبنا» به کار گرفت.

### عوامل موفقیت آزمون‌های حسی

- تعیین اهداف مشخص و روشن برای هر آزمون حسی
- تهیه «طرح آزمایشات» قوی برای آزمون حسی
- به‌کارگیری فنون آماری مناسب برای تحلیل داده‌ها
- ارائه اطلاعات و دانش عملی و کاربردی، که بتوان در فرایندهای تصمیم‌گیری از آنها استفاده نمود.
- آموزش مناسب کارمندان و ارزیاب‌ها، (برای اطمینان از وجود توانایی فنی و مهارت فردی در مجریان آزمون)
- توجه به اخلاقیات و قوانین در کل مراحل اجرای آزمون.

**ارزیابی حسی روغن‌های خوراکی:** مصرف‌کنندگان، کیفیت چربی‌ها و روغن‌های خوراکی را از طریق ارزیابی حسی (ارگانولپتیکی) مورد قضاوت قرار می‌دهند. ارزیابی حسی حساس‌ترین روش کنترل کیفی محصولات چربی و روغن بوده است.

در نتیجه فساد (کهنگی) طعم و بوهای نامطلوب و غیر قابل‌پذیرش به‌وجود می‌آید که از تجمع محصولات حاصل از تجزیه اکسیداتیو چربی‌ها و روغن‌ها و واکنش‌های هیدرولیز نتیجه می‌شود.

**آزمایشات طعم و بو:** طعم و بوی روغن‌ها و چربی‌های خوراکی یک نتیجه ترکیبی از حس‌های چشایی و بویایی به اضافه حس لامسه، و دما است. احساس چشایی و بویایی از تماس محرک با جایی که در بالای گیرنده‌های سلول‌های حسی قرار دارد نتیجه می‌شود.

اعضای حس چشایی یا پرزهای چشایی بر روی زبان و به مقدار کمتر بر روی سقف دهان، حلق و حنجره قرار دارند. مزه یک پدیده چهار وجهی شامل مزه شیرین، ترش، شور و تلخ است که توسط اکثر پرزهای چشایی احساس می‌شوند. بدیهی است که وقتی محرک ترکیب مزه‌ها باشد نمی‌تواند با آزمون‌هایی که فقط یک بعد را اندازه‌گیری می‌کند مشخص شود. به علاوه به وسیله حضور سایر موادی که مانع از احساس بعضی از طعم‌ها می‌شوند، تشخیص طعم و بو مشکل‌تر نیز می‌شود.

**ارزیابی حسی:** امتیازدهی به طعم و بو، مهم‌ترین روش ارزیابی کیفیت روغن نهایی است. گروهی از آزمایشگرهای باتجربه (گروه پانل) برحسب یک معیار تعیین شده به طعم و بوی روغن امتیاز می‌دهند. معمولاً از یک سیستم امتیازدهی ۱۰ نمره‌ای استفاده می‌شود که نمره ۱ برای بدترین و ۱۰ برای بهترین کیفیت است و متوسط امتیاز داده شده به طعم و بوی روغن تعیین می‌شود.

گروه پانل ماهر باید در تعیین شدت طعم و بوی یک روغن با اختلاف  $\pm 1$  واحد توافق داشته باشند. طعم و بوی نامطبوع با الفاظی نظیر علفی، لوییایی، رنگ، بوی نا، ماهی، کهنگی، دنبه‌ای و غیره مشخص می‌شود و توافق در مورد شرح طعم و بوی نامطبوع در اکثر موارد به دلیل ادراک شخصی، چندان آسان نیست. ارزیابی حسی یا چشیدن همیشه لازم بوده و احتمالاً مهم‌ترین روش ارزیابی طعم و بو است. امتیازدهی به طعم برای ارزیابی محصولات روغن‌های خوراکی به‌عنوان وسیله‌ای برای تحقیق و توسعه، برای تعیین پذیرش مصرف‌کننده و به‌عنوان یک ارزیابی کیفی فرایند انجام می‌شود و انتخاب اعضای گروه پانل برای هر یک از کاربردها متفاوت است.

برای مثال اگر ارزیابی طعم و بو به منظور تعیین پذیرش مصرف‌کننده انجام می‌شود بهتر است اعضای گروه پانل به‌طور تصادفی از بین مردم انتخاب شوند و برای ارزیابی‌هایی که به منظور تحقیق و توسعه انجام می‌شود اعضای گروه پانل باید ماهر و آموزش‌دیده باشند و بتوانند تفاوت بین طعم و بوهای مختلف و شدت آنها را تشخیص دهند.

روش AOCS cg ۲-۸۳ یک روش استاندارد برای ارزیابی حسی چربی‌ها و روغن‌های خوراکی است که شامل آماده‌سازی نمونه استاندارد، معرفی نمونه‌ها و گزارش پاسخ‌های حسی است.

## ارزیابی حسی روغن‌ها

ابزار و تجهیزات: برگه‌های امتیازدهی

مواد: نمونه روغن (حداقل سه نمونه مختلف)

روش کار:

- هنرجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- نمونه‌های روغن را بین گروه‌ها تقسیم نمایید.
- برگه‌های تنظیم شده برای امتیازدهی را که بر مبنای ۱ تا ۱۰ طراحی شده است بین گروه‌ها توزیع نمایید.
- همه گروه‌ها پس از چشیدن و بوییدن نمونه‌های روغن، نسبت به تعیین نمره شدت بو، کیفیت طعم و شدت طعم از یک تا ۱۰ نمره‌دهی نمایند.
- در نهایت میانگین اعداد به دست آمده به‌عنوان امتیاز طعم و بوی روغن محسوب می‌شود.



۱ برگه ارزیابی شدت بو نمونه‌ها

نمره کیفی	عدد ارزیابی نمونه شماره ۱	عدد ارزیابی نمونه شماره ۲	عدد ارزیابی نمونه شماره ۳
Excellent عالی ۱۰			
Good خوب ۹			
۸			
Fair ۷			
۶			
Poor ضعیف ۵			
۴			
Very poor خیلی ضعیف ۳			
۲			
۱			

۲ برگه ارزیابی کیفیت طعم نمونه‌ها

توصیف طعم description	توصیف طعم نمونه شماره ۱	توصیف طعم نمونه شماره ۲	توصیف طعم نمونه شماره ۳
Nutty			
Buttery			
Corny			
Beany			
Hydrogenated			
Burned			
Weedy			
Grassy			
Rubbery			
Melon			
Painty			
Fishy			
Other			

۳ برگه ارزیابی شدت طعم نمونه‌ها

شدت طعم intensity	نمره شدت طعم نمونه شماره ۱	نمره شدت طعم نمونه شماره ۲	نمره شدت طعم نمونه شماره ۳
۱۰ bland			
۹ trace			
۸ faint			
۷ slight			
۶ mild			
۵ modrate			
۴ definite			
۳ strong			
۲ very stron			
۱ extreme			



## ارزشیابی واحد یادگیری کنترل کیفیت محصول نهایی

<b>شرح کار</b>			
۱- نمونه برداری ۲- اندازه گیری نقطه ذوب ۳- اندازه گیری ضریب شکست ۴- اندازه گیری رنگ ۵- اندازه گیری عدد پراکسید ۶- اندازه گیری اسیدیته آزاد ۷- اندازه گیری اندیس یدی ۸- ارزیابی حسی ۹- اندازه گیری چگالی			
<b>استاندارد عملکرد</b>			
کنترل کیفیت محصول نهایی مطابق استانداردهای ۱۰۰۸۶ و ۴۹۳۵، ۸۶۳۶، ۲۳۹۲، ۷۵۹۲، ۷۴۱۲، ۹۱۳۱ سازمان ملی استاندارد ایران			
<b>شاخص ها</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ نمونه برداری مطابق استاندارد ۷۵۹۲</li> <li>■ اندازه گیری نقطه ذوب روغن تا زمانی که نمونه به طور کامل به حالت شفاف درآید.</li> <li>■ اندازه گیری رنگ روغن ها مطابق استاندارد خاص هر روغن</li> <li>■ اندازه گیری پراکسید روغن ها به طوری که حد قابل مصرف آن ۵ باشد.</li> <li>■ اندازه گیری اسیدیته آزاد روغن ها به طوری که حد قابل مصرف آن ۰/۱ باشد.</li> <li>■ اندازه گیری اندیس یدی مطابق استاندارد خاص هر روغن</li> <li>■ ارزیابی حسی به طوری که فاقد هرگونه بو و مزه نامطبوع باشد.</li> <li>■ اندازه گیری چگالی مطابق استاندارد</li> </ul>			
<b>شرایط انجام کار</b>			
مکان: کارگاه زمان: ۶ ساعت تجهیزات: رفراکتومتر، ویسکومتر، لایباند ابزار: لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی، ابزارآلات آزمایشگاهی مواد: روغن، مواد شیمیایی آزمایشگاهی			
<b>معیار شایستگی</b>			
<b>ردیف</b>	<b>مرحله کار</b>	<b>حداقل نمره قبولی از ۳</b>	<b>نمره هنرجو</b>
۱	نمونه برداری از روغن ها	۱	
۲	آزمون های فیزیکی	۱	
۳	آزمون های شیمیایی	۲	
۴	آزمون های حسی	۱	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: مدیریت مواد و تجهیزات (N۶۶) سطح ۱ استفاده از لباس کار، کفش، دستکش، ماسک، کلاه، گوشی توجه به سلامت مصرف کنندگان		۲
<b>میانگین نمرات</b>			
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.			

- برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۱.
- استاندارد شایستگی حرفه صنایع غذایی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۲.
- استاندارد ارزشیابی حرفه صنایع غذایی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۳.
- راهنمای برنامه درسی رشته صنایع غذایی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۴.
- برنامه درسی درس روغن‌کشی میوه و دانه‌های روغنی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۵.



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

#### اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب روغن‌کشی میوه و دانه‌های روغنی - کد ۲۱۲۳۷۲

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	مهرداد صیاد	قزوین	۱۰	فاطمه نجفی	همدان
۲	فربیا محمدی الستی	آذربایجان شرقی	۱۱	اعظم فرزانه	مرکزی
۳	اعظم حاج محمدی	اصفهان	۱۲	حکیمه حسن عبدالی	همدان
۴	الهام ظفرمختاریان	آذربایجان غربی	۱۳	پوران جاهد	اردبیل
۵	عذرا فرخ بخت	خوزستان	۱۴	محمود حسین نژاد	مازندران
۶	ماه زرافشان صفوی گردینی	کرمان	۱۵	مهدی سعیدی‌فر	خراسان رضوی
۷	مریم رفسنجانی فیروزی	کرمان	۱۶	شیمای نصیری	لرستان
۸	نسرین رحیمی قلاتی	فارس	۱۷	حسین ابراهیمی	شهرستان‌های تهران
۹	حجت‌اله غفاری	آذربایجان شرقی			

بهنر آموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه  
برنشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگر [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب گاه: [tvoccd.oerp.ir](http://tvoccd.oerp.ir)

دفترتالیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کار دانش