



## پودمان ۵

# کنترل کیفیت روغن



امروزه علم کنترل کیفیت در تمام صنایع به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرد 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 دولت ها، صنایع و مصرف کنندگان مطرح است. صنعت روغن های خوراکی از این قاعده مستثنی نیست و مدیران، مهندسان و سایر کارکنان این صنعت باید با مبانی علم کنترل کیفیت، ابزارها و روش های آن برای این فرآورده ها 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 روغن ها

در صنایع روغن های خوراکی نمونه برداری یکی از مهم ترین و حساس ترین 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، آزمایش های انجام شده، فاقد اعتبار خواهند بود. تعیین بهترین روش نمونه برداری که به وسیله آن روغن ها و چربی های مختلف به مناسب ترین وجهی نمونه برداری شوند، دشوار است و در مورد هر نمونه باید با توجه به جهات و جنبه های متفاوت آن نمونه برداری شود.

پرسش



هدف از نمونه برداری چیست؟

### اصول نمونه برداری روغن ها

- 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 می توان آنها را با آب و صابون شسته و خشک نمود.
- ۳ در پاره های موارد به ویژه در موقع نمونه برداری روغن های خوراکی می توان 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 می توان از بطری ها و قوطی ها، نمونه بردارهای دریچه دار، بطری های نمونه بردار، نمونه بردار از ته، ظروف یا نمونه بردارهای موضعی، بامبو و لوله های نمونه برداری استفاده نمود.

### واژه های مرسوم در نمونه برداری

- **محموله:** تمام مقدار روغن یا چربی است که قرار است از آن نمونه برداری شود.
- **بسته ها:** قسمتهایی از یک محموله هستند که در نتیجه روش جمع آوری به دست آمده اند.
- **نمونه های اولیه:** قسمتی از ماده مورد نمونه برداری هستند که از قسمت های مختلف بسته نمونه برداری شده اند.

- **نمونه کلی:** حاصل مخلوط کردن نمونه های اولیه متناسب با مقادیر اولیه آنها هستند.
- **نمونه قراردادی یا نمونه کیفی:** به حاصل مخلوط کردن و تقسیم کردن نمونه کلی برای آزمایش های مورد نظر اطلاق می شود.

### جمع آوری 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 می توان 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 می توان در بعضی موارد خاص در آن هوا دمید. به طور 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 نهایه 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 یا حجم محموله (حلب یا بشکه)	تعداد نمونه انتخابی
کمتر از ۴	از تمام محموله
بین ۴ تا ۱۰۰	از ۲۰ درصد محموله (حداقل ۴ نمونه)
بیش از ۱۰۰	از ۱۰ درصد محموله (حداقل ۲۰ نمونه)

- نمونه برای آزمایش تعیین کیفیت باید در ظروف شیشه‌ای خشک و تمیز جمع‌آوری شود.
- حجم فضای خالی بالای روغن باید آن‌قدر باشد که برای انبساط جا داشته باشد. اما آن‌قدر 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

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

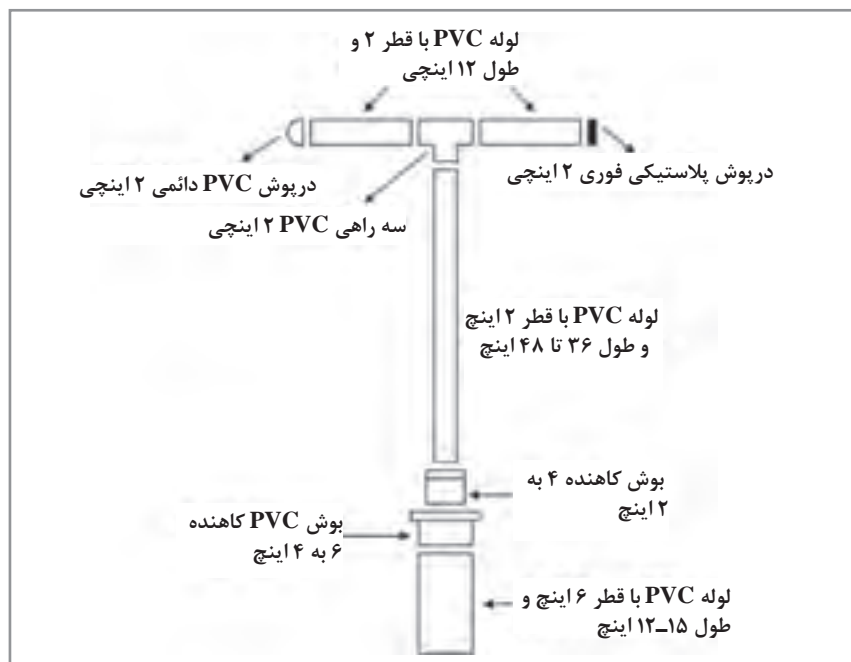


### وسایل نمونه‌برداری

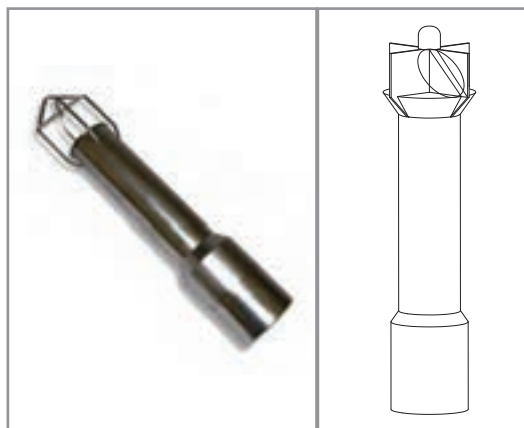
۱- نمونه‌بردار عمقی (Core Sampler): این وسیله که برای نمونه‌برداری روغن‌ها و چربی‌های مایع به کار می‌رود لوله‌ای فلزی به طول حدود ۳ متر است که می‌توان با آن از روغن داخل مخزن یا تانک نمونه‌برداری کرد. در انتهای این لوله دریچه‌ای مناسب تعبیه شده است. موقعی که این دریچه باز باشد اجازه می‌دهد روغن وارد 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 نمونه‌برداری نمود. دریچه را می‌توان به وسیله سیم نازکی از بالای لوله باز و بسته کرد. (شکل ۲ و ۳)



شکل ۲- نمونه‌بردار عمقی



شکل ۳- شماتیک نمونه‌بردار 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)

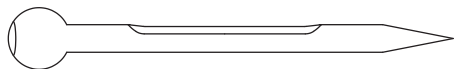


شکل ۵- انواع لوله بامبو

## 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)

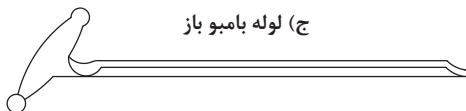
الف) لوله بامبو بسته برای نمونه برداری دانه غلات درشت مانند ذرت



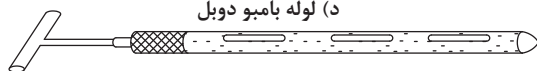
ب) لوله بامبو بسته برای نمونه برداری دانه غلات ریز مانند گندم



ج) لوله بامبو باز



د) لوله بامبو دویل



شکل ۶- شماتیک انواع لوله بامبو

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

پرنسش





**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.

یادآوری



### روش‌های نمونه برداری

الف) نمونه برداری از تانک‌ها یا تانک‌هایی 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 نيزه‌ای، 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.

فعالیت  
آزمایشگاهی



### 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:

- هرنجریان 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



### 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:

- هرنجریان 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- مرحله 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. به طور 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 غوطه‌ورکردن 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،  $C_{18:1}$  (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.



شکل ۹- ویسکومتر

■ 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.

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 به طور 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 به جز 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 به طور دقیق تفاوت دارد. افزودن زمینه آبی درجه بیشتری از شفافیت و سبزی را فراهم می‌کند.

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

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

پرسش



### 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 سی سی) 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.

با تغییر دما، دانسیته چگونه تغییر می‌کند؟

پرسش



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:

- هنجریان 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 به‌طوری 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:

- هنرجویان 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.

نکته



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

فعالیت  
آزمایشگاهی



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

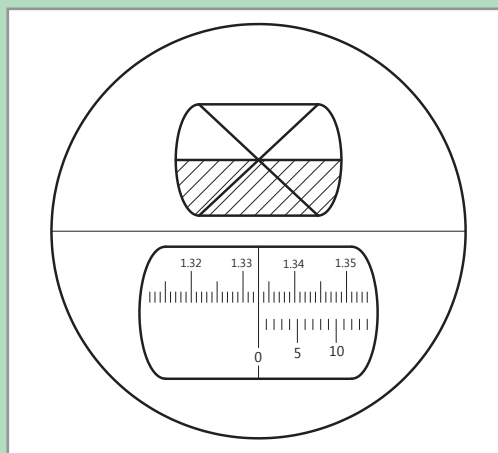
ابزار و تجهیزات: رفاکتومتر همراه حمام آب با سیستم کنترل دقیق دما، اجاق برقی (هیتز)، بشر، قیف شیشه‌ای، کاغذ صافی، لباس کار، دستکش، ماسک و کلاه  
مواد: روغن یا چربی خوراکی



### روش کار:

- هنجریان 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 نگه‌دارد.
- 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.

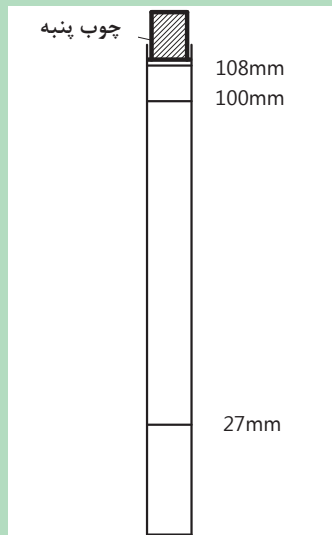
فعالیت  
آزمایشگاهی



- 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:**

- هنرجویان 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 سروته 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، به‌طوری‌که 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- مرحله 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 میلی اکسی 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 تری گلیسرید 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.

فعالیت  
آزمایشگاهی



### 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 یدید اشباع، استیک اسید در کلروفرم؛ (به نسبت ۳ به ۲)، نشاسته ۱ درصد، سدیم تیوسولفات ۰/۰۱ نرمال

#### روش کار:

- هنرجویان 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 یدید 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:

- هنجاریان 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	نرمالیه 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.

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



## اندازه‌گیری اندیس یدی روغن‌ها (روش هانوس)

ابزار و تجهیزات: ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم، پیپت حباب‌دار ۱۰، ۲۵ و ۵۰ 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:

- هنجویان را به چند گروه تقسیم کنید.
- مقدار ۵/۰ گرم نمونه روغن جامد و یا ۲۵/۰ 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.

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

$V_1$  = 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 به وسیله 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 پر هزینه 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 به وجود 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 به عنوان وسیله‌ای برای تحقیق و توسعه، برای تعیین پذیرش مصرف‌کننده و به عنوان 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 به طور 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 به عنوان امتیاز طعم و بوی روغن محسوب می‌شود.

فعالیت  
کارگاهی



۱ برگه ارزیابی شدت بو نمونه‌ها

عدد ارزیابی نمونه شماره ۳	عدد ارزیابی نمونه شماره ۲	عدد ارزیابی نمونه شماره ۱	نمره کیفی
			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 نمونه شماره ۳	توصیف طعم نمونه شماره ۲	توصیف طعم نمونه شماره ۱	توصیف طعم description
			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 ۹۱۳۱، ۷۴۱۲، ۷۵۹۲، ۲۳۹۲، ۸۶۳۶، ۴۹۳۵ و ۱۰۰۸۶ سازمان ملی استاندارد ایران			
<b>شاخص ها</b> ■ نمونه برداری مطابق استاندارد ۷۵۹۲ ■ اندازه گیری نقطه ذوب روغن تا زمانی که نمونه به طور کامل به حالت شفاف درآید. ■ اندازه گیری رنگ روغن ها مطابق استاندارد خاص هر روغن ■ اندازه گیری پراکسید روغن ها به طوری که حد قابل مصرف آن ۵ باشد. ■ اندازه گیری اسیدیته آزاد روغن ها به طوری که حد قابل مصرف آن ۰/۱ باشد. ■ اندازه گیری اندیس یدی مطابق استاندارد خاص هر روغن ■ ارزیابی حسی به طوری که فاقد هر گونه بو و مزه نامطبوع باشد. ■ اندازه گیری چگالی مطابق استاندارد			
<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>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نمونه برداری از روغن ها	۱	
۲	آزمون های فیزیکی	۱	
۳	آزمون های شیمیایی	۲	
۴	آزمون های حسی	۱	
	شایستگی های 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 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	مهرزاد صیاد	قزوین	۱۰	فاطمه نجفی	همدان
۲	فریبا 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	شیما نصیری	لرستان
۸	نسرین رحیمی قلاتی	فارس	۱۷	حسین ابراهیمی	شهرستان‌های تهران
۹	حجت‌اله غفاری	آذربایجان شرقی			

همنر آموزان محترم، همنرجویان عزیز و اولیای آنان می توانند نظریهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نخر [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وبگاه: [tvoccd.oerp.ir](http://tvoccd.oerp.ir)

دفتر تالیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کار دانش