

## پودمان پنجم

# آزمایش‌های کنترل کیفیت مواد غذایی



وظیفه بخش کنترل کیفیت مواد غذایی، اندازه‌گیری‌های لازم مطابق با استانداردهای تدوین شده و همکاری با سازمان‌های نظارتی است.

## واحد یادگیری ۵

### آزمایش‌های کنترل کیفیت مواد غذایی

#### مقدمه

تعدادی از بیماری‌ها، ناشی از باکتری‌های مضر، ویروس‌ها، انگل‌ها و یا مواد شیمیایی است که در مواد غذایی ایجاد می‌شوند. از این رو، تولید غذای سالم و مناسب و سامانه‌های ایمن مواد غذایی حائز اهمیت هستند. در این پودمان مفاهیم کنترل کیفیت، استانداردهای محلی و بین‌المللی، اندازه‌گیری‌های کمی و کیفی مواد غذایی آورده شده است. هنرجویان به‌طور عملی آزمایش‌های کنترل کیفیت فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی مواد غذایی را انجام می‌دهند.

#### استاندارد عملکرد

انجام آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی کنترل کیفیت مواد غذایی طبق استاندارد

شایستگی‌های غیرفنی مورد انتظار این پودمان عبارت‌اند از:

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت‌شناسی - انجام وظایف و کارهای سپرده شده - پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به موقع کار - مدیریت مؤثر زمان - استفاده از مواد و تجهیزات
- ۳ کار گروهی: حضور فعال در کارهای گروهی - انجام کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستندسازی: گزارش‌نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی‌های فنی مورد انتظار این پودمان عبارت‌اند از:

- ۱ مفاهیم کنترل کیفیت در مواد غذایی را به کار گیرند.
- ۲ آزمایش‌های فیزیکی کنترل کیفیت در مواد غذایی را انجام دهند.
- ۳ آزمایش‌های شیمیایی کنترل کیفیت در مواد غذایی را انجام دهند.
- ۴ آزمایش‌های زیست‌شناختی کنترل کیفیت در مواد غذایی را انجام دهند.

## مفاهیم کنترل کیفیت در صنایع غذایی

بحث‌گروهی

۱



از تصویرهای زیر، چه مطالبی استنباط می‌کنید؟



در دین مبین اسلام با آیات و احادیث مختلف بر ایمن و سالم بودن غذا تأکید فراوانی شده است. در مورد مفهوم و ترجمه آیات زیر تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

«فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ: پس انسان باید در غذای خود بنگرد» سوره عبس/ آیه ۲۴  
«يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَ...: ای مردم، از آنچه در زمین حلال و پاکیزه است بخورید...»  
سوره بقره/ آیه ۱۶۸

«كُلُوا مِنْ طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ وَلَا تَطْغَوْا فِيهِ فَيَحِلَّ عَلَيْكُمْ غَضَبِي: (و دستور دادیم که) از این رزق حلال و پاکیزه که نصیبتان کردیم تناول کنید و در آن (به کفر نعمت و ترک شکرگزاری) طغیان و سرکشی نکنید و گرنه مستحق غضب و خشم من می‌شوید» سوره طه/ آیه ۸۱

برخی از بیماری‌ها که موجب مرگ و میر کودکان می‌شود، ناشی از باکتری‌های مضر، ویروس‌ها، انگل‌ها و یا مواد شیمیایی است که در مواد غذایی ایجاد می‌شوند. از این روی تولید غذای سالم و مناسب و سامانه‌های ایمن مواد غذایی حائز اهمیت هستند. در گزارش سازمان جهانی بهداشت<sup>۱</sup> تخمین زده شده است، سالیانه حدود ۲/۲ میلیون نفر در جهان در اثر بیماری‌های گوارشی ناشی از آب و غذای ناسالم جان خود را از دست می‌دهند. به همین دلیل این سازمان شعار خود در سال ۲۰۱۵ میلادی را «ایمنی غذا از مزرعه تا سفره» در نظر گرفت.

۱- World Health Organization (WHO)

غذای سالم، عاری از عوامل بیماری‌زای زیستی، شیمیایی و فیزیکی است و چنانچه مراحل تولید، آماده‌سازی و بسته‌بندی آن بر اساس قواعد استاندارد و نیاز مشتری انجام شده باشد، غذای مناسب نامیده می‌شود. در فرایند تولید غذای سالم و مناسب کل زنجیره تولید غذا از زمین‌های کشاورزی و مزارع دام و طیور و آبریان گرفته تا فرایند تولید و تبدیل و بسته‌بندی و انتقال آن به دست مشتری، علاوه بر تولیدکنندگان، مجموعه‌های استاندارد و قانون‌گذار نیز بر آن نظارت کافی دارند (شکل ۱).



شکل ۱- نظارت بر مواد غذایی در تمامی مراحل

قسمتی از عملیات تولید غذای سالم و مناسب بر دوش بخش کنترل کیفیت تولیدکنندگان مواد غذایی است که عملیات کنترل کیفیت غذا را بر اساس دستورکارهای استاندارد و بین‌المللی انجام می‌دهند. در این مبحث تمرکز بر آزمایشگاه کنترل کیفیت مواد غذایی و وظایف آن است که خود بخشی از سامانه جامع مدیریت کیفیت<sup>۱</sup> است.

فیلم آموزشی

ایمنی غذا



## کنترل کیفیت<sup>۲</sup>

کیفیت در طول تاریخ تعاریف مختلفی در بخش صنعت داشته است که برخی از آنها در جدول ۱ خلاصه شده‌اند.

۱- مطابق استاندارد ISO ۹۰۰۱:۲۰۰۰ مدیریت کیفیت (Quality Management) یعنی نظارت بر فرایند ساخت و تولید محصول برای ایجاد اطمینان از مطابقت محصول با آنچه مورد نظر طراح یا مشتری بوده است. این نظارت از مرحله دریافت و سفارش مواد اولیه تا خدمات پس از فروش را شامل می‌شود.

۲- Quality Control (QC)

## جدول ۱- سیر تاریخی تعریف کیفیت در دهه‌های مختلف

ردیف	دهه میلادی	مفهوم کیفیت
۱	۵۰	درجه مطابقت محصول با استانداردهای از قبل تعیین شده
۲	۶۰	تطابق با استاندارد و تأمین نیاز مشتری
۳	۷۰	بازرسی محصولات تولیدشده همراه با ارضای نیاز مشتری با کمترین هزینه تولید همراه با بازرسی محصول و کنترل فرایند تولید
۴	۸۰	ارضای نیاز مشتری با کمترین هزینه و بالاترین قابلیت اطمینان
۵	۹۰	به هدف زدن برای ارضای نیازهای پایه، تصریحی و پنهان مشتری با کمترین هزینه و بالاترین قابلیت اطمینان <sup>۱</sup>

با توجه به تنوع محصولات تولیدی و جمع‌بندی دیدگاه‌های مختلف کیفیتی، تعریف جامع امروزی از کنترل کیفیت، عبارت از «تولید محصول با ویژگی‌های کیفیتی از جمله شکل، اندازه، استحکام، ترکیب و رنگ مطابق با استانداردهای مورد قبول مشتری برای تأمین نیازهای پایه، تصریحی و پنهان مشتری با کمترین هزینه و بالاترین قابلیت اطمینان است».

اهداف کیفیتی یک محصول، تولید بدون نقص با ضایعات صفر است، که نیازمند طراحی و اجرای یک سامانه مدیریت کیفیت، بر اساس مراحل زیر است:

- ۱ تخمین و ارزیابی نیازهای کیفی مشتریان محصول
- ۲ تدوین اهداف و جهت‌گیری‌های لازم، برای رسیدن به نیاز کیفی مشتری توسط مدیران ارشد سازمان، که خط‌مشی کیفیت نامیده می‌شود.
- ۳ اجرای سامانه مدیریت کیفیت که شامل کنترل کیفیت<sup>۲</sup>، بهبود کیفیت<sup>۳</sup> و تضمین کیفیت<sup>۴</sup> است.

در ارتباط با اجرای سامانه مدیریت تولید تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید  
۱



۱- برای مثال نیاز پایه یک مشتری برای تلویزیون این است که تصویر و صدای خوبی داشته باشد. منظور از نیاز تصریحی این است که تلویزیون علاوه بر نیاز پایه، یک نیاز دیگر را برطرف کند، مثلاً تله‌تکست داشته باشد و نیاز پنهان، نیاز مهبیج است که مشتری را غافلگیر می‌کند؛ مثلاً تلویزیون قابلیت اتصال فلش مموری دارد که به این نوآوری گفته می‌شود.

۲- کنترل کیفیت بخشی از سامانه مدیریت کیفیت است که وظیفه آن حصول اطمینان از برآورده شدن نیازهای کیفی محصول در راستای خط‌مشی کیفیت و بر اساس استانداردهای تدوین شده و قوانین موجود سازمان‌های نظارتی است.

۳- Quality Improvement

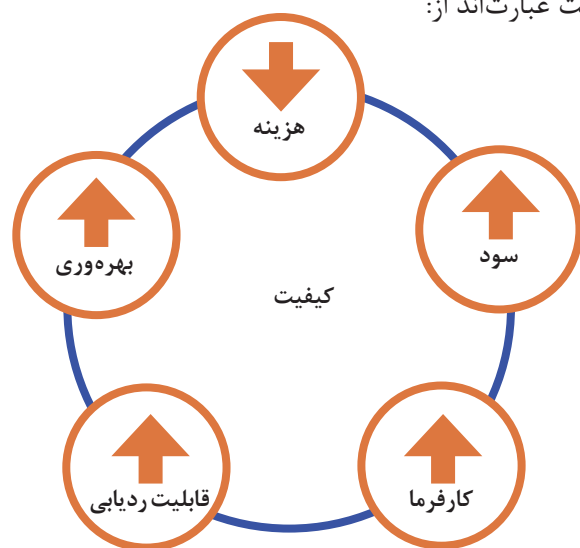
۴- Quality Assurance



## کنترل کیفیت

## مزایای سامانه مدیریت کیفیت

ایجاد سامانه مدیریت کیفیت و در سایه کنترل کیفیت، یک ارتباط چندسویه بین تولیدکننده، مصرف کننده محصول و سازمان های نظارتی است که علاوه بر ایجاد حس اعتماد در مشتری، باعث سهولت در روش های تولید و کاهش هزینه ها می شود و به بقای محصول در بازار کمک می کند. مطابق شکل ۲، برخی از منافع سامانه مدیریت کیفیت عبارت اند از:



- ۱ ارتقای کیفیت محصول
- ۲ ایجاد سامانه ردیابی و شناسایی محصول
- ۳ برخورداری از کارکنان شایسته و آموزش دیده
- ۴ مشخص بودن وظایف و اختیارات کارکنان
- ۵ توجه به خرید مواد اولیه مرغوب
- ۶ افزایش و حفظ رضایت مشتری
- ۷ بهبود بازاریابی
- ۸ پیشرفت تجارت بین المللی
- ۹ افزایش سود، کاهش ضایعات و افزایش بهره‌وری

شکل ۲- اثر بخشی سامانه مدیریت کیفیت بر موضوعات مرتبط با کیفیت

## وظایف سامانه مدیریت کیفیت

کارکنان بخش کنترل، بهبود و تضمین کیفیت باید تسلط کافی به موارد زیادی داشته باشند که برخی از آنها عبارت اند از:

- ۱ کنترل پیوسته محصولات تولیدی بر اساس دستورکارها و استانداردهای بین المللی و محلی که توسط شرکت و یا سازمان های نظارتی مانند اداره استاندارد تعیین شده است.
- ۲ اجرا و اطمینان از انطباق برنامه های کیفیتی شرکت شامل نظارت بر محیط زیست، کنترل آفت ها، بهداشت، اجرای شیوه های تولید خوب به روزرسانی شده (CGMP<sup>۱</sup>) برای تضمین ایمنی و سلامت محصول تولیدی.
- ۳ نظارت بر آزمایشگاه های میکروبیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی کنترل کیفیت.
- ۴ آموزش کارمندان جدید و موجود، از جمله کارکنان کنترل کیفیت، مدیریت، رسیدگی به شکایات.

## کنترل کیفیت در صنایع غذایی

وظیفه بخش کنترل کیفیت یک کارخانه مواد غذایی در همکاری با سایر بخش‌های سامانه مدیریت کیفیت، بازرسی‌های فیزیکی و شیمیایی و زیستی از مواد خام اولیه، محصولات نهایی، واسطه و فرایند تولید برای اطمینان از برآورده شدن و حفظ استانداردهای تعریف شده است.

مواد خام ورودی شامل مواد اولیه و حتی آب و هوای فشرده ورودی به خط تولید می‌توانند منشأ بسیاری از خطرات فیزیکی مانند گل‌ولای، خطرات شیمیایی مانند انواع سموم و خطرات زیستی مانند انواع قارچ، باکتری، ویروس، حشرات و تخم آنها باشند.

بخشی از آلودگی‌ها مانند آدامس جویده شده، ته‌سیگار توسط کارکنان و یا بازدیدکنندگان کارخانه و برخی از آلودگی‌ها توسط سایر موجودات مانند موش و سوسک که به شکلی به کارخانه راه پیدا می‌کنند، وارد چرخه تولید می‌شود.

به علاوه در طول فرایند تولید، نوسانات متغیرهای فرایندی مانند دما و فشار و مشکلات مکانیکی تجهیزات مانند نشستی روغن و گریس بر کیفیت تأثیر می‌گذارند.

از این روی باید برای تمام این موارد روش‌های سنجش و کنترل استاندارد عملیاتی شیمیایی، فیزیکی و زیستی وجود داشته باشند و نتایج و گزارش‌های مربوط مستند شوند.

کنترل کیفیت فیزیکی، شیمیایی و زیستی دارای سه مرحله به شرح ذیل است:

۱ بازرسی و کنترل کیفیت مواد خام ورودی به گونه‌ای که مواد با کیفیت بد در ورودی‌ها نباشد.

۲ کنترل تمامی متغیرهای فرایند تولیدی مانند دما، فشار، غلظت‌ها و نیز تجهیزات تولید و دستورکارهای روش تولید محصول

۳ بازرسی کیفی و کمی محصول نهایی تا رسیدن محصول با کیفیت به دست مشتری.

### استانداردهای محلی و بین‌المللی کنترل کیفیت

روش سنتی کنترل کیفیت شامل نمونه‌برداری تصادفی از مواد اولیه و محصول نهایی تولید شده است. در این روش هیچ اطلاعاتی از فرایند تولید و خطرات آن وجود ندارد. به علاوه روش‌های آزمون کیفی، محلی و اغلب ابتدایی بودند؛ به همین دلیل، تعداد محصولات معیوب در روش‌های سنتی زیاد است و نظارت کیفی دقیقی بر محصول هنگام تولید و پس از خروج از کارخانه وجود ندارد.

امروزه با حمایت‌های بین‌المللی سازمان جهانی بهداشت، سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد<sup>۱</sup> و نیز سازمان بین‌المللی استاندارد<sup>۲</sup>، سامانه‌های مدیریت ایمنی غذا و الزامات آن برای تمام قسمت‌های زنجیره تولید مواد غذایی به صورت جهانی هماهنگ شده است و مجموعه کاملی از دستورکارها و استانداردهای تخصصی در کارگروه‌های مختلف تدوین شده‌اند که به تولید غذای مناسب و سالم کمک می‌کند.

در ایران متولیان این امر سازمان ملی استاندارد ایران، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و وزارت بازرگانی و صنعت و معدن هستند که در تعامل با یکدیگر و نیز تولیدکنندگان مواد غذایی در اجرای این استانداردها می‌کوشند.

۱- Food and Agriculture Organization (FAO)

۲- International Organization for Standardization (ISO)



برای مثال، استاندارد شماره ۱۸۳۶ سازمان ملی استاندارد ایران در مورد انبار کردن مواد غذایی الزامات زیر را بیان می‌کند:

- در صورت لزوم باید تسهیلات کافی برای انبار کردن مواد غذایی، مواد تشکیل‌دهنده، مواد شیمیایی غیرخوراکی (مانند: مواد تمیزکننده، روان‌کننده‌ها و سوخت‌ها) فراهم باشد.
- تسهیلات انبار کردن مواد غذایی باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که حفظ و تمیز کردن آنها امکان‌پذیر باشد.
- از ورود، تجمع و لانه‌گزینی آفات جلوگیری شود.
- در هنگام انبار کردن مواد غذایی، به خوبی از آلودگی محافظت شوند.
- در صورت لزوم با کنترل دما و رطوبت، محیطی فراهم شود که فساد مواد غذایی به کم‌ترین مقدار برسد.

فیلم آموزشی



شیوه‌های تولید خوب (GMP)

## کار گروه مقررات مواد غذایی

کار گروه مقررات مواد غذایی یا کدکس مواد غذایی، کارگروهی مشترک بین دو سازمان خواربار کشاورزی و بهداشت جهانی است که در سال ۱۹۶۳ میلادی به دلیل اهمیت و لزوم تدوین استانداردهای غذایی ایجاد شد. این کارگروه، تدوین استانداردها را به‌طور واحد و یکسان برعهده دارد و اجلاسیه آن هر سال در مقر یکی از سازمان‌های مذکور برگزار می‌شود. در حال حاضر ۱۸۶ کشور از جمله جمهوری اسلامی ایران عضو این کارگروه هستند و در تهیه استانداردها و اجرای آن مشارکت دارند.

اهداف این کارگروه عبارت‌اند از:

- ۱ حفظ منافع و بهداشت مصرف‌کنندگان
- ۲ تسهیل روابط تجاری و هماهنگ شدن اقدامات انجام‌شده در زمینه مواد غذایی
- ۳ هماهنگ نمودن تمامی فعالیت‌های استاندارد مواد غذایی در بخش‌های دولتی و غیردولتی
- ۴ تعیین اولویت و ارائه راهنمایی‌های لازم در زمینه پیش‌نویس‌های استاندارد با کمک سازمان‌های ذی‌نفع
- ۵ نهایی کردن استانداردها و انتشار آنها

بیشتر بدانید



### استاندارد ایزو

سازمان بین‌المللی استاندارد یا به اختصار «ایزو» سازمانی غیردولتی با اعضای متشکل از سازمان‌های استاندارد کشورهای جهان است. ایزو بزرگ‌ترین توسعه‌دهنده استانداردهای بین‌المللی و تسهیلات تجاری با تدوین استانداردهای مختلف است. حدود ۲۰۰۰۰ استاندارد، که از محصولات تولیدی گرفته تا فناوری تولید، ایمنی غذا و کشاورزی و بهداشت و سلامتی را پوشش می‌دهد، توسط این سازمان تدوین شده است و در اختیار جامعه جهانی قرار گرفته است.

استاندارد ISO ۲۲۰۰۰ یک استاندارد جامع مدیریت ایمنی غذا است که مؤسسات فعال در زنجیره تأمین و تولید غذا از آن به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم استفاده می‌کنند.





پس از پالایشگاه‌ها و صنایع پتروشیمی، صنایع غذایی دومین تولیدکننده فاضلاب صنعتی هستند که نوع فاضلاب آنها علاوه بر ضایعات شیمیایی حاوی ضایعات مخرب و آلوده‌کننده زیستی است. از این روی، ایجاد تصفیه‌خانه و بازیافت فاضلاب در این صنعت موضوع مهمی است.

۱ استاندارد ایزو ۲۲۰۰۰

۲ روش استفاده از تارنمای سازمان ملی استاندارد ایران

## فعالیت عملی ۱



### تهیه استانداردهای تجزیه و تحلیل مواد غذایی

#### روش کار:

از تارنمای سازمان ملی استاندارد ایران به نشانی <http://standard.isiri.gov.ir> دو نمونه از روش‌های تجزیه و تحلیل مواد غذایی مانند ISIRI ۲۵۵۳ و ISIRI ۱۹۱ را تهیه کنید.

## نمونه برداری

نمونه‌برداری فرایندی است که در طی آن بخشی از اعضای یک مجموعه به‌عنوان نماینده، معرف کل آن مجموعه انتخاب می‌شود. نمونه گرفته‌شده باید به اصطلاح، مشت نمونه خروار باشد (شکل ۳) و بدون تغییر در مشخصات فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی آن، مشابه با مشخصات نمونه آزمایشگاه باشد. برای دستیابی به اطلاعات مطلوب و قابل اعتماد کیفی، نمونه‌برداری صحیح از اهمیت بالایی برخوردار است. به همین منظور، به یک برنامه نمونه‌برداری کامل نیاز است تا اهداف نمونه‌برداری و پایش تأمین شود.



شکل ۳- نمونه باید نماینده کل مجموعه باشد.

طبق دستورکارهای استاندارد برای موارد مختلف، روش نمونه‌برداری خاص تدوین شده است. برای مثال، استاندارد غذایی CAC/GL ۳۳-۱۹۹۹<sup>۱</sup> روش نمونه‌برداری از دام و فراورده‌های دامی به منظور تعیین مقدار آفت کش باقی‌مانده در محصولات دامی را بیان می‌کند. بند ۳/۶ این دستورکار در مورد بسته‌بندی و انتقال نمونه به آزمایشگاه است که شامل موارد ذیل است:

۱- RECOMMENDED METHODS OF SAMPLING FOR THE DETERMINATION OF PESTICIDE RESIDUES FOR COMPLIANCE WITH MRLS CAC/GL 33-1999

- نمونه آزمایشگاهی باید در ظرف تمیز و بی اثر بر نمونه به شکلی بسته بندی شود که از آلودگی و نشتی و خسارت دیدن در امان باشد.
- ظرف بسته بندی باید آب بندی شده باشد، برچسب زده شود و اطلاعات نمونه برداری روی برچسب نوشته شود.
- نمونه باید در کمترین زمان ممکن به آزمایشگاه منتقل شود.
- در زمان انتقال باید از فساد نمونه جلوگیری شود. برای مثال، نمونه های تازه باید سرد نگه داشته شوند و نمونه های منجمد باید در حالت انجماد نگه داری و منتقل شوند تا از فساد آنها تا رسیدن به آزمایشگاه جلوگیری شود.

دستورکار کامل در مورد نمونه برداری شامل تمام جزئیات نمونه برداری در کدکس غذایی CAC/GL ۵۰-۲۰۰۴ آورده شده است، آن را تهیه کنید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید  
۲



احتمال دارد بسیاری از نمونه های صنعت غذا مانند گوشت وارد شده از کشور دیگر آلوده به عوامل بیماری زا باشند، از این روی، شخص نمونه بردار باید از لوازم حفاظتی مناسب استفاده کند و در این زمینه آموزش لازم را دیده باشد.

نکته  
زیست محیطی



- ۱ نمونه برداری از گوشت
- ۲ بسته بندی نمونه های زیستی

فیلم آموزشی



## انتخاب روش و استاندارد کنترل کیفیت

روش های استاندارد آزمون ها به منظور آزمایش های فیزیکی، شیمیایی و زیستی طبق استانداردهای بین المللی غذایی قابلیت اجرا دارد. در کشور ما مرجع دستور کارهای استاندارد، سازمان ملی استاندارد و معاونت غذا و داروی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی هستند که روش کارهای مورد نیاز را بر اساس استانداردهای بین المللی تدوین کرده اند.

## فعالیت عملی ۲



### تهیه استانداردهای مواد غذایی

#### روش کار:

با مراجعه به تارنمای معاونت غذا و داروی کشور، بخش آزمایشگاه کنترل مواد غذایی و بهداشتی به نشانی <http://fdo.umsha.ac.ir/index.aspx?siteid=۱۶&pageid=۲۴۶۲> چند استاندارد مرتبط با مواد غذایی را تهیه کنید.

## اندازه‌گیری کمی و کیفی



شکل ۴- سنجش کیفی قهوه

اندازه‌گیری‌های فیزیکی و شیمیایی و زیستی ممکن است به دو صورت کمی و کیفی انجام پذیرد که به وسیله روش‌های کلاسیک مانند حجم‌سنجی<sup>۱</sup> و وزن‌سنجی<sup>۲</sup> یا روش‌های دستگاهی مانند روش‌های طیف‌بینی<sup>۳</sup> و یا ارزیابی‌های حسی صورت می‌پذیرد. برخی آزمایش‌ها مانند بو و عطر قهوه روش کمی ندارند و به صورت کیفی توسط متخصصان این امر در مورد آنها اظهار نظر می‌شود (شکل ۴).

### فعالیت عملی ۳



#### کنترل کیفیت خامه

#### روش کار:

مطابق با استاندارد شماره ۱۹۱ با موضوع «خامه پاستوریزه و خامه فرادما (UHT)، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون» سازمان ملی استاندارد ایران، یک نمونه خامه را از دید کیفی مورد مطالعه قرار دهید.

**روش کار:** یک نمونه خامه بسته‌بندی‌شده از بازار تهیه کنید.

**۱** با رجوع به نوشته‌های روی بسته‌بندی، نوع خامه را بر اساس جدول زیر تعیین کنید.

ردیف	نوع خامه	درصد وزنی چربی
۱	کم‌چرب	بیشتر یا مساوی ۱۰ درصد و کمتر یا مساوی ۱۸ درصد
۲	نیمه‌چرب (سبک)	بیشتر از ۱۸ درصد و کمتر یا مساوی ۳۵ درصد
۳	چرب	بیشتر از ۳۵ درصد و کمتر یا مساوی ۴۸ درصد
۴	پرچرب	بیش از ۴۸ درصد وزنی

**۲** به کمک اطلاعات موجود روی بسته‌بندی، مواد مجاز آن را بررسی کنید.

مواد مجاز عبارت‌اند از:

الف) فراورده‌های پروتئینی شیر مانند کازئین، پروتئین، آب پنیر یا سایر پروتئین‌های شیر به شرطی که ۳۵ درصد پروتئین داشته باشند، حد مجاز این مواد ۰/۲ درصد است.

ب) ژلاتین و نشاسته

۱- Volumetric Methods

۲- Gravimetric Methods

۳- Spectroscopic Methods

وجود ژلاتین و نشاسته به عنوان پایدارکننده در خامه با توجه به اخذ اجازه از سازمان های مسئول و رعایت شرایط خوب تولید به میزان ۰/۲ درصد مجاز است.

۲ ویژگی های حسی خامه را به صورت کیفی بررسی کنید.

ویژگی های حسی خامه عبارت اند از:

الف) رنگ: رنگ خامه باید سفید یا سفید مایل به کرم باشد.

ب) بو و طعم: بو و طعم خامه باید طبیعی باشد و فاقد هرگونه بوی غیرطبیعی و نامطبوع باشد.

۴- بسته بندی: بسته بندی خامه باید به شرح زیر باشد:

خامه باید در شرایط کاملاً بهداشتی و بسته بندی شده عرضه شود. در بسته بندی محکم و نفوذناپذیر باشد؛ به گونه ای که هرگونه دخل و تصرف در محتویات ظرف امکان پذیر نباشد.

بسته بندی باید در مقابل ضربه و نشستی مقاوم باشد و هنگام حمل و نقل آسیب نبیند.

۵- نشانه گذاری: آگاهی های زیر باید با خط خوانا و واضح با جوهر غیرسمی و پاک نشدنی برای مصارف داخلی به زبان فارسی و برای صادرات به زبان انگلیسی یا زبان کشور خریدار روی بسته نوشته شده باشد. این نوشته ها شامل موارد زیر است:

■ نام و نوع فرآورده

■ نام و نشانی تولیدکننده یا بسته بندی کننده و علامت تجاری آن

■ عبارت «تهیه شده از شیر تازه گاو»

■ مقدار درصد چربی

■ وزن یا حجم خالص

■ شماره سری ساخت

■ تاریخ تولید (روز - ماه - سال)

■ تاریخ انقضای قابلیت مصرف (روز - ماه - سال)

■ شماره پروانه ساخت از وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی

■ نوشتن شرایط نگهداری برای انواع خامه به شرح زیر:

خامه پاستوریزه عبارت: «در یخچال نگهداری شود.»

خامه فرادما عبارت: «بعد از باز کردن، در یخچال نگهداری شود.»

خامه منجمد عبارت: «حداقل در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شود.»

عبارت «ساخت ایران»

گزارش کار خود را تهیه کنید و به مربی آزمایشگاه تحویل دهید.

۶- محاسبات و اظهار نتایج: در روش های کار استاندارد، روش انجام محاسبات نتایج ذکر شده است.



## تعیین خواص فیزیکی مواد غذایی

خواص فیزیکی تأثیرات فراوانی بر بافت، طعم، بو، رنگ و شکل مواد غذایی دارند. در این بخش به مهم‌ترین خواص فیزیکی که تأثیر زیادی بر ظاهر غذا دارند، مانند آب موجود در غذا، جریان‌پذیری و بافت غذا، گران‌روی، غلظت، رنگ و تأثیر گرما بر غذا پرداخته خواهد شد.

### آب موجود در غذا و اهمیت اندازه‌گیری آب

اجزای اصلی مواد غذایی کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها<sup>۱</sup>، مواد معدنی، آنزیم‌ها، رنگدانه‌ها، ویتامین‌ها، مواد معطر و طعم‌دهنده و اسیدها هستند. افزون بر این مواد، آب مهم‌ترین ترکیب مواد غذایی است. آب در سه حالت فیزیکی جامد، مایع و گاز در تأثیر متقابل با مواد تشکیل‌دهنده غذا مانند پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها<sup>۲</sup>، چربی‌ها<sup>۳</sup> و املاح، نقش بسزایی در طعم، بو، بافت، جریان‌پذیری، جذب مواد غذایی و نیز واکنش‌های شیمیایی غذا و عملکرد ریزاندامکان دارد. فرایندهایی مانند انجماد، خشک کردن، نمک‌سود کردن<sup>۴</sup>، با کنترل محتوای آب ماده غذایی باعث افزایش زمان نگهداری مواد غذایی می‌شود.

### محتوای آب مواد غذایی

محتوای آب مواد غذایی شامل انواع مختلف آب درون سلولی<sup>۵</sup> و بین سلولی<sup>۶</sup> غذا است که در مواد غذایی مختلف مقدار آن متفاوت است. چنانچه کل آب موجود در ماده غذایی حذف شود، تنها ماده خشک بدون استفاده و تغییر ماهیت یافته غذا باقی خواهد ماند. جدول ۲ محتوای آب مواد غذایی مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ۲- محتوای آب مواد غذایی مختلف

ماده غذایی	محتوای آب (%)	ماده غذایی	محتوای آب (%)
شیر خشک	۴	آرد غلات	۱۰-۱۳
گوشت گاو	۵۰-۷۰	عسل	۲۰
گوشت مرغ بدون پوست	۷۴	آواکادو <sup>۷</sup> ، موز	۷۴-۸۰
ماهی	۶۵-۸۱	چغندر، بروکلی، هویج، سیب‌زمینی	۸۰-۸۵
آناناس	۷۵	مارچوبه، لوبیا سبز، کلم گل، کاهو	۹۰-۹۵
آلو، گلابی، گیلان	۸۰-۸۵	نان	۳۵-۴۵

۱- Proteins

۲- Polysaccharides

۳- Fats

۴- نمک‌سود کردن یا نمک زدن یکی از قدیمی‌ترین روش‌های حفاظت از مواد غذایی با نمک خشک خوراکی است.

۵- Inter Cellular

۶- Extra Cellular

۷- Avacado

ماده غذایی	محتوای آب (%)	ماده غذایی	محتوای آب (%)
سیب، هلو، پرتقال، گریپ فروت	۸۵-۹۰	بیسکویت	۳-۸
ریواس، توت فرنگی، گوجه فرنگی	۹۰-۹۵	چای خشک	۷
کره، مارگارین	۱۵	روغن خوراکی	۰
شیر گاو	۸۷٫۸	سیب	۸۴

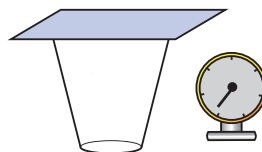
### فعالیت آب<sup>۱</sup>

تجربه نشان می‌دهد که مواد غذایی مختلف مانند شیر و سیب که محتوای آب تقریباً یکسانی دارند (جدول ۲). از دید پایداری و فساد رفتار مشابهی ندارند. در نتیجه محتوای آب، معیار مناسبی برای تخریب پذیری ماده غذایی نیست. از این روی عاملی به نام فعالیت آب تعریف می‌شود. طبق تعریف، فعالیت آب عبارت است از فشار بخار آب در ماده غذایی تقسیم بر فشار بخار آب خالص در همان دما (شکل ۵).

$$a_w = P/P^\circ$$

که در آن  $a_w$  فعالیت آب،  $P$  فشار بخار آب در ماده غذایی در دمای  $T$  و  $P^\circ$  فشار بخار آب خالص در دمای  $T$  است.

برای  $a_w$  آب مقطر در شرایط استاندارد برابر با یک تعریف می‌شود و در مورد مواد غذایی چون فشار بخار آب در ماده غذایی کمتر از یک است، همیشه عددی بزرگ‌تر از صفر و کمتر از ۱ خواهد بود. فسادپذیری، ایمنی و سایر خواص غذا، با توجه به مقدار فعالیت آب قابل پیش‌بینی است. فعالیت آب بیشتر به مفهوم محیط آماده‌تر برای رشد ریزاندامکان و وقوع واکنش‌های شیمیایی و آنزیمی است.



شکل ۵- بیان تصویری فعالیت آب

ریزاندامکانی مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها هر کدام در فعالیت آبی خاصی امکان رشد دارند. باکتری‌ها معمولاً در فعالیت آب ۰/۹۱ و قارچ‌ها در فعالیت آب ۰/۷ رشد می‌کنند. چنانچه فعالیت آب ماده غذایی برابر یا بیشتر از آن مقدار باشد، ریزاندامکان در ماده غذایی رشد و تکثیر می‌یابند و غذا را فاسد می‌کنند. آب از فعالیت بیشتر به مکان با فعالیت آب کمتر مهاجرت می‌کند؛ به همین دلیل اگر عسل با فعالیت آب حدود ۰/۶ در معرض هوای با فعالیت آب ۰/۷ قرار بگیرد، از هوا آب جذب می‌کند و بالعکس در معرض هوای با فعالیت آب کمتر از ۰/۶ آب از دست می‌دهد.

فیلم آموزشی

رطوبت و فعالیت آب مواد غذایی



### جریان پذیری و بافت مواد غذایی

جریان پذیری شامل بررسی و اندازه‌گیری خاصیتی از مواد غذایی است که تغییر شکل و تحرک آن را در اثر یک نیروی خارجی بررسی می‌کند. برای مثال، بطری سس را فشار دهید و به شیوه خارج شدن پیوسته سس دقت کنید، و یا خامه، پنیر و یا کره‌ای را که توسط کارد روی نان می‌مالید، را در نظر بگیرید، نمکی که از نمکدان خارج می‌شود و مثال‌های بسیار دیگر که مرتبط با حرکت مواد غذایی است، به جریان پذیری مواد غذایی ربط دارد (شکل ۶).



شکل ۶- غذاها با جریان پذیری و بافت مختلف



شما انتظار این را ندارید که محتویات پاکت خامه با فشردن به صورت مایع بیرون پاشیده شود، ولی انتظار دارید که خامه به صورت نیمه جامد و پیوسته از ظرف خارج شود تا بتوان آن را با کارد روی نان پخش کرد. حس متفاوت و قابل انتظاری که ظاهر غذا در مصرف کننده ایجاد می کند، وابسته به جریان پذیری و بافت ماده غذایی است (شکل ۷).



شکل ۷- جریان پذیری و بافت مناسب کره بادام زمینی و مربا برای دل پذیری و سهولت استفاده

از دید صنعتی پمپ کردن، اسپری کردن، پخش کردن، قالب گیری، پوشش دادن، مخلوط کردن، جویدن، قورت دادن، مالش، انتقال، نگه داری، گرم و سرد کردن، همه وابسته به جریان پذیری و بافت مواد است. مواد غذایی از دیدگاه جریان پذیری به چهار دسته زیر تقسیم بندی می شوند:

- ۱ امولسیون ها، مانند سس مایونز و بستنی
- ۲ فوم ها، مانند بستنی
- ۳ سوسپانسیون ها، مانند سس خردل و شکلات
- ۴ ژل ها، مانند پنیر

## فعالیت عملی ۴



### بررسی پایداری یک امولسیون خوراکی

سس مایونز در واقع نوعی ماده غذایی نیمه جامد امولسیون شده است که از ترکیب روغن های گیاهی، اسیدهای خوراکی مانند سرکه و آبلیمو، سیتریک اسید، مالئیک اسید، زرده تخم مرغ و برخی مواد افزودنی مجاز ساخته می شود.

### روش کار:

**پایداری امولسیون:** یک ظرف در بسته حاوی ۳۰ گرم سس مایونز را در داخل گرم خانه با دمای ۵۵ درجه سلسیوس قرار دهید. نیم ساعت صبر کنید. سپس نمونه را خارج کنید و به دقت آن را بررسی کنید. در این حالت نباید هیچ نشانه ای دال بر جدا شدن فاز آب و روغن مشاهده شود.

## فعالیت عملی ۵



### کنترل کیفیت نمک خوراکی

مطابق با استاندارد شماره ۲۶ سازمان ملی استاندارد ایران با موضوع «نمک خوراکی - ویژگی‌ها»، خصوصیات فیزیکی و ظاهری یک نمونه نمک خوراکی را بررسی کنید.

#### روش کار:

##### ۱- با رعایت موارد زیر از یک بسته نمک خوراکی نمونه تهیه کنید.

- نمونه‌برداری نباید در جریان شدید (کوران) هوا انجام پذیرد.
- احتیاط‌های لازم برای حفاظت نمونه‌ها، وسایل نمونه‌برداری و ظروف حاوی آنها از آلودگی احتمالی ضروری است.
- محتویات هر ظرف یا بسته‌ای که برای نمونه‌برداری انتخاب می‌شود، باید تا حد امکان توسط وسیله مناسبی مخلوط گردد و سپس نمونه شاهد و آزمون از آن تهیه شود.
- نمونه‌ها باید در ظروف مناسب، خشک، تمیز و در بسته نگه‌داری شوند.
- ظروف حاوی نمونه‌ها، بعد از نمونه‌برداری باید دور از رطوبت نگه‌داری شود و جزئیات کامل نمونه‌برداری بر روی آن نوشته شود.

##### ۲- بررسی وضعیت ظاهری: نمک خوراکی باید به رنگ سفید شفاف تا مات، شور مزه و عاری از هرگونه بوی خارجی و فاقد هرگونه مواد خارجی باشد.

##### ۳- بسته‌بندی: نمک خوراکی باید در بسته‌های مناسب نفوذناپذیر نسبت به رطوبت مانند پلی‌اتیلن سنگین، پلی‌پروپیلن و کاغذ چندلایه با یک لایه نفوذناپذیر نسبت به رطوبت، شیشه با دربندی مناسب و از نوع مجاز در تماس با مواد غذایی بسته‌بندی شود. جرم هر بسته نباید از ۴۰ کیلوگرم بیشتر باشد.

##### ۴- نشانه‌گذاری: آگاهی‌های زیر باید به وضوح با خط خوانا و جوهر غیرسمی به زبان فارسی و در صورت صدور، به زبان انگلیسی یا زبان کشور خریدار روی هر بسته نمک نوشته شود و برچسب زده شود.

■ نام و نوع فراورده

■ درجه خلوص

■ ذکر نام ماده افزودنی و مقدار آن

■ وزن خالص هر بسته (برحسب گرم یا کیلوگرم)

■ نام و نشانی کارخانه تولیدکننده

■ تاریخ تولید (به روز، ماه و سال)

■ تاریخ انقضای قابلیت مصرف (به روز، ماه و سال)

■ شماره گروه (سری) ساخت

■ شماره پروانه ساخت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

پس از بررسی خصوصیات فیزیکی و ظاهری گزارش خود را بنویسید و به مربی تحویل دهید.

## گران‌روی مواد غذایی

گران‌روی معیاری از مقاومت سیالات در برابر تغییر شکل ناشی از تنش برشی<sup>۱</sup> است که توسط انواع روش‌ها و دستگاه‌های سنجش گران‌روی قابل اندازه‌گیری است. گران‌روی مواد غذایی تأثیر فراوانی بر بافت و جریان‌پذیری ماده غذایی دارد که این دو تأثیر زیادی در جلب نظر مصرف‌کننده و نیز القای حس دلپذیری و کاربری محصول دارند. برخی از اجزای موجود در مواد غذایی، مانند پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها به‌صورت حل‌شده در آب موجود در غذا بر گران‌روی آن مؤثرند و نه تنها باعث افزایش گران‌روی می‌شوند، بلکه می‌توانند محصول را با تشکیل شبکه‌های سه‌بعدی اسفنجی شکل به حالت ژل تبدیل کنند. شکل، اندازه، غلظت، جرم مولکولی اجزای غذا و دمای محیط بر گران‌روی ماده غذایی مؤثر هستند. علاوه بر مواد موجود در غذا که بر گران‌روی مؤثرند، تولیدکنندگان غذا توسط مواد افزودنی افزایش‌دهنده گران‌روی، تحت عنوان غلظت‌دهنده، گران‌روی محصولات را تنظیم می‌کنند.

چه مواد غذایی را می‌شناسید که از غلظت‌دهنده در آنها استفاده شده است؟ چند مورد را نام ببرید.

طعم و بافت غذا

فعالیت عملی ۶

## تعیین چگالی و گران‌روی یک نمونه روغن

### وسایل و مواد مورد نیاز:

دماسنج، گران‌روی‌سنج، حمام آب با دمای ثابت، چگالی‌سنج (پیکنومتر)، روغن زیتون یا هر روغن مایع خوراکی دیگر.

### روش کار:

- ۱- توسط پیکنومتر چگالی روغن در دمای آزمایش را اندازه‌گیری کنید.
- ۲- توسط گران‌روی‌سنج (ویسکومتر) موجود در کارگاه هنرستان، گران‌روی روغن را اندازه‌گیری کنید. نتایج را در گزارش کار بنویسید و به هنرآموز خود تحویل دهید.

## غلظت مواد غذایی

اغلب گران‌روی را با غلظت اشتباه می‌گیرند. یک ماده غذایی ممکن است دارای غلظت پایین اما گران‌روی بالایی باشد؛ به نحوی که حتی نیمه‌جامد به نظر برسد. غلظت عبارت از درصد مواد جامد در ماده غذایی است. غلظت مواد افزودنی در مواد غذایی باید در دامنه استاندارد تعیین شده باشد. برای مثال، میزان سدیم بنزوات به‌عنوان ماده محافظ در نکتارهای میوه تغلیظ‌شده، آب‌میوه‌های تغلیظ‌شده، قهوه و فراورده‌های آرد گندم، ۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است و همین ماده در شکلات‌ها، ۱۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم است.<sup>۲</sup>

۱- تنش به معنای نیروی واردشده بر واحد سطح است. چنانچه این نیرو موازی با سطح ایجاد شود، تنش برشی نامیده می‌شود.

۲- برای مشاهده بیشتر می‌توانید به تارنمای <http://www.fao.org/gsfaonline/index.html> مراجعه کنید.

پرسش ۱



فیلم آموزشی



گاهی غلظت، مانند درصد مواد قندی در چغندر قند، تعیین‌کننده ارزش مالی ماده غذایی است و گاه مانند مربا و مارمالاد، غلظت تعیین‌کننده پایداری، طعم، مزه، بافت، جریان‌پذیری و گران‌روی ماده غذایی است. غلظت نمک‌طعام در شوری‌جات علاوه بر تأثیر در مزه، باعث پایداری فراورده‌ها شده و باعث جلوگیری از فساد آنها می‌شود. همچنین در برخی از مواد غذایی غلظت ارتباط مستقیم با چگالی آن دارد. برای مثال با اندازه‌گیری چگالی شیر می‌توان به غلظت شیر پی برد.

## فعالیت عملی ۷



### تعیین چگالی شیر

چگالی یک نمونه شیر را مطابق با استاندارد شماره ۶۳۸ سازمان ملی استاندارد ایران با موضوع «تعیین وزن مخصوص شیر (روش لاکتودانسیتومتر)» اندازه‌گیری کنید.

**مواد و وسایل لازم:** لاکتودانسیتومتر<sup>۱</sup> (مطابق شکل، لاکتودانسیتومتر وسیله‌ای شبیه چگالی‌سنج (هیدرومتر) است)، دماسنج جیوه‌ای، استوانه مدرج ۲۵۰ میلی‌لیتری، تشت پلاستیکی، حمام آب گرم، شیر.

### روش کار:



لاکتودانسیتومتر

- ۱ چنانچه شیر سرد باشد یا مدتی مانده باشد، به نحوی که چربی آن جدا شده باشد، ابتدا آن را تا ۳۵ الی ۴۰ درجه سلسیوس گرم کنید و خوب به هم بزنید تا همگن شود. سپس به سرعت آن را تا دمای ۱۵ الی ۲۰ درجه سلسیوس سرد کنید. دقت کنید که حباب‌های هوا درون شیر نباشد.
- ۲ استوانه مدرج را تا دوسوم آن توسط شیر به نحوی پر کنید که کف ایجاد نکند. سپس لاکتودانسیتومتر را که توسط شیر قبلاً خیس کرده‌اید، درون آن قرار دهید. قطر استوانه باید حداقل ۵ برابر قطر لاکتودانسیتومتر باشد.

۳ آنقدر شیر درون استوانه مدرج بریزید تا پر شود و حتی از آن لبریز شود. زمان بدهید تا لاکتودانسیتومتر به صورت غوطه‌ور ثابت بایستد و درجه‌ای را که هم‌تراز با سطح شیر است، یادداشت کنید و نیز هم‌زمان دمای شیر را اندازه‌گیری کنید.

■ به‌طور معمول، لاکتودانسیتومترها در دمای ۱۵ درجه سلسیوس مدرج می‌شوند. اگر دمای آزمایش همین مقدار باشد، عددی که خوانده شده است، به‌عنوان چگالی شیر گزارش می‌شود. اگر دمای شیر بیشتر یا کمتر از ۱۵ درجه باشد، باید نتیجه را اصلاح کرد. بدین ترتیب که دردهماهای بین ۱۵ و ۲۰ درجه سلسیوس، در ازای هر یک درجه افزایش دمای شیر، ۰/۲ از عدد لاکتودانسیتومتر کسر کنید و اگر دما کمتر از ۱۵ درجه سلسیوس باشد، ۰/۲ اضافه شود.

۱- Lactodensimeter



## فعالیت عملی ۸

### تعیین درصد مواد جامد نامحلول در آب مواد غذایی

مطابق با استاندارد شماره ۳۸۶۰ سازمان ملی استاندارد ایران با موضوع «فراورده‌های میوه و سبزی - اندازه‌گیری مواد جامد نامحلول در آب - روش آزمون»، درصد مواد جامد نامحلول در آب را در یک نمونه از فراورده‌های میوه یا سبزی اندازه‌گیری کنید.

#### وسایل لازم:

بشر ۲۵۰ و ۴۰۰ میلی‌لیتری، قیف بوختر، کاغذ صافی با بافت متوسط، کاغذ شناساگر، ظرف توزین، خشکانه، آون با قابلیت نگهداری دما در ۱۰۳ درجهٔ سلسیوس، سانتیفریوژ، ترازو، با دقت  $\pm 0.001$  گرم.

#### روش کار:

۱ یک برگ کاغذ صافی را در ظرف توزین بگذارید و درون آون که تا ۱۳۰ درجهٔ سلسیوس گرم شده است، به مدت ۳۰ دقیقه قرار دهید. سپس آن را در خشکانه بگذارید تا سرد شود و جرم آن را با دقت  $\pm 0.001$  گرم اندازه‌گیری کنید.

۲ ۲۵ گرم از یک نمونه مرّبا را توزین کنید، درون بشر ۴۰۰ میلی‌لیتری بریزید و به آن ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر بیفزایید و گرما دهید و به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه به ملایمت بجوشانید.

۳ محتویات بشر را روی کاغذ صافی که روی قیف بوختر قرار دارد، بریزید و صاف کنید. در انتها کاغذ صافی را با کمی آب داغ بشویید.

۴ کاغذ صافی و محتویات آن را به ظرف توزین منتقل کنید و درون آون با دمای ۱۳۰ درجهٔ سلسیوس، قرار دهید و تا ثابت شدن جرم آن گرما دهید.

منظور از ثابت شدن جرم این است که نمونه را از آون خارج کنید، در خشکانه به مدت ۲۰ دقیقه سرد کنید و جرم آن را اندازه‌گیری کنید. سپس دوباره به مدت ۳۰ دقیقه گرما دهید و دوباره در خشکانه به مدت ۲۰ دقیقه سرد کنید و مجدداً جرم را اندازه‌گیری کنید. اختلاف جرم دو اندازه‌گیری متوالی نباید از ۰.۰۰۱ گرم بیشتر باشد.

نکته



اگر در صاف کردن دچار مشکل شدید، از سانتیفریوژ استفاده کنید؛ بدین صورت که محتوای جوشیدهٔ بشر را سانتیفریوژ کنید، مایع زلال را جدا کنید، سپس آب گرم بیفزایید و مخلوط کنید و دوباره سانتیفریوژ کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا مطمئن شوید تمام مواد محلول از تفاله خارج شده است. سپس تفاله را به کاغذ صافی منتقل کنید و مانند بند ۴ خشک و وزن کنید.

۵ مواد جامد نامحلول در آب از معادلهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$(m_2 - m_1) \times \frac{100}{m_0}$$

که در آن

$m_0$ : جرم نمونه بر حسب گرم

$m_1$ : جرم ظرف توزین و کاغذ صافی خشک‌شده بر حسب گرم

$m_2$ : جرم ظرف توزین، کاغذ صافی و مادهٔ خشک‌شده بر حسب گرم هستند.

۶ گزارش آزمون: گزارش آزمون باید دارای اطلاعات زیر باشد:

روش انجام آزمون مطابق با استاندارد کلی شماره ۳۸۶۰، نام و نام خانوادگی و امضای آزمون‌کننده، تاریخ دریافت نمونه، تاریخ انجام آزمون، محل آزمون، نتیجه به‌دست‌آمده از آزمون، تمام آگاهی‌های لازم برای شناسایی کامل نمونه، روش نمونه‌برداری در صورت مشخص بودن، جزئیات هرگونه عملیاتی که در این دستور کار بیان نشده است و یا اختیاری بوده است و نیز هرگونه رخدادی که ممکن است نتایج آزمون را تحت تأثیر قرار داده باشد.

### تجزیه و تحلیل گرمایی مواد غذایی

گرما تغییرات فیزیکی و شیمیایی بسیاری در مواد غذایی ایجاد می‌کند و بر فعالیت ریزاندامکان، آنزیم‌ها و سرعت واکنش‌های شیمیایی نیز مؤثر است. گرما می‌تواند باعث انعقاد پروتئین‌ها مانند بریدن شیر و یا تغییر ماهیت ماده غذایی مانند آب‌پز شدن تخم‌مرغ، رسوب کردن نمک‌ها و پروتئین‌ها مانند ته‌دیگ شیر جوشیده، تغییر رنگ، عطر و طعم طبیعی غذا، کاهش آب و پیرو آن تغییر وزن و حجم ماده غذایی شود (شکل ۸). لذا اطلاعات مربوط به تأثیر گرما بر غذا در فرایند نگهداری، تولید و فراوری غذا حائز اهمیت فراوان است. علاوه بر گرما، یخ‌زدگی نیز سلول‌های مواد غذایی مانند میوه و سبزیجات را تخریب می‌کند.



شکل ۸- گوشت خام و کباب شده.

### تجزیه و تحلیل رنگ مواد غذایی

رنگ یکی از مشخصه‌های کیفی غذاست که یادآور بافت و طعم و مزه آن است و با ایجاد حس مطبوع و یا نامطبوع در انتخاب غذا مؤثر است. رنگ غذا ممکن است طبیعی و مربوط به غذا، و یا مصنوعی باشد (شکل ۹). رنگ‌های طبیعی خبر از حضور مواد خاص در غذا می‌دهند. رنگ قرمز طبیعی مانند رنگ گوجه‌فرنگی ناشی از موادی نظیر لیکوپن و برخی مواد پاداکسنده است که برای پیشگیری از سرطان بسیار مفید هستند. رنگ سبز در گیاهان به دلیل حضور کلروفیل، و رنگ زرد و نارنجی ناشی از حضور بتاکاروتن است. بسیاری از مواد غذایی مانند کره و روغن‌های نباتی توسط بتاکاروتن رنگی می‌شوند تا علاوه بر ظاهر مطبوع، از دیدگاه ارزش غذایی غنی‌تر شوند. طی فرایندهای انبارداری و فراوری ماده غذایی رنگ آن تغییر می‌کند.



شکل ۹- شیرینی‌هایی که توسط رنگ‌های مصنوعی و طبیعی، رنگین شده‌اند.

### تعیین خواص شیمیایی مواد غذایی

پروتئین‌ها، مواد معدنی، کربوهیدرات‌ها، آب و سایر اجزای غذا منبع تأمین انرژی و عناصر تشکیل‌دهندهٔ بافت‌های بدن ما هستند. مواد غذایی در واکنش‌های شیمیایی و زیستی بدن شرکت می‌کنند و به همین دلیل، اگر سالم و ایمن نباشند، باعث بروز بیماری‌ها و عملکرد ناقص در بدن ما می‌شوند. در طول زنجیرهٔ غذا از مزرعه تا سفره، مواد موجود در غذا دستخوش تغییراتی می‌شوند و از این رو اندازه‌گیری خواص شیمیایی غذا مانند ارزش غذایی، میزان ید، چربی، پروتئین، کربوهیدرات‌ها حائز اهمیت‌اند و هر کدام از این اندازه‌گیری‌ها تعیین‌کنندهٔ ایمنی، سلامت و ارزش غذا هستند.

## ارزش غذایی

ارزش یک غذا وابسته به مواد موجود در آن است. یک تکهٔ صد گرمی گوشت ممکن است پروتئین مورد نیاز روزانهٔ ما را تأمین کند، اما قطعاً ۱۰۰ گرم انجیر پروتئین روزانه مورد نیاز ما را تأمین نمی‌کند. آگاهی از ترکیبات شیمیایی غذا کمک می‌کند تا بتوان جیرهٔ غذایی را به‌گونه‌ای تنظیم کرد که نیازمندی‌های بدن تأمین شود و با سلامتی زندگی کرد.

یک لیوان شیر، یک تکهٔ صد گرمی گوشت کباب‌شده، یک عدد سیب و یا یک برش نان را در نظر بگیرید. کدام یک از آنها نیازمندی بدن شما به گروه‌های مواد غذایی را تأمین می‌کند؟

بحث‌گروهی  
۲



یک انسان ۱۶ ساله چقدر پروتئین در روز نیاز دارد؟

تحقیق کنید  
۳



بدن انسان به کلیهٔ مواد غذایی شامل پروتئین، مواد قندی و نشاسته‌ای، چربی‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی نیازمند است و آنها را از طریق خوردن و آشامیدن کسب می‌کند. نیازهای تغذیه‌ای سنین مختلف و افراد سالم و بیمار با یکدیگر متفاوت است و بر همین اساس از تمامی گروه‌های مواد غذایی موجود در هرم تغذیه باید به‌صورت روزانه مصرف شود (شکل ۱۰).



ارزش غذایی مواد غذایی مختلف در بانک‌های اطلاعاتی و کتاب‌های مرجع موجود است و براساس آن می‌توان برنامه تغذیه‌ای مناسب برای هر فرد ارائه کرد.



شکل ۱۰- هرم غذایی. سهم مواد غذایی پایین هرم باید در جیره روزانه بیشتر باشد و با حرکت به سمت بالا از سهم مواد در جیره روزانه کاسته می‌شود.

هرم تغذیه به صورت نسبی ترکیب و سهم مواد غذایی را که یک فرد سالم باید به صورت روزانه مصرف کند، نشان می‌دهد. نان و غلات بیشترین سهم را در هرم غذایی دارند. گلوتن<sup>۱</sup> پروتئینی در آرد گندم است که باعث چسبندگی خمیر و ورآمدن آن می‌شود. بر این اساس گندم‌ها به دو نوع سخت<sup>۲</sup> و نرم<sup>۳</sup> تقسیم‌بندی می‌شوند. گندم سخت پروتئین بیشتری دارد و همین امر میزان گلوتن آرد حاصل از آن را افزایش می‌دهد. گندم‌هایی که از آرد آنها بتوان قرص نانی بزرگ و پرحجم تولید کرد، باید مغز آنها بافت خوبی داشته باشد (بافت مغز آن منظم و متخلخل باشد). این گندم‌ها که دارای ماندگاری خوبی هستند و عموماً پروتئین زیادی دارند، "قوی" نامیده می‌شوند. گندم‌هایی که با آرد حاصل از آن فقط قرص کوچکی از نان می‌توان تهیه کرد و بافت مغز نان هم زبر و حفره‌دار است و پروتئین کمی دارند، "ضعیف" نامیده می‌شوند.

۱- Gluten

۲- Hard Wheat

۳- Soft Wheat

انواع آردها عبارت‌اند از:

- ۱ آرذ قوی، به آرذی گفته می‌شود که درصد گلوٲن مرطوب آن بیش از ۲۶٪ باشد. این نوع آرذ از گندم‌های سخت تهیّه می‌شود.
- ۲ آرذ متوسط، به آرذی گفته می‌شود که درصد گلوٲن مرطوب آن بیش از ۲۲٪ باشد. از این نوع آرذ معمولاً برای تهیّه نان استفاده می‌شود.
- ۳ آرذ ضعیف، به آرذی گفته می‌شود که درصد گلوٲن مرطوب آن کمتر از ۲۰٪ باشد، این آرذ از گندم‌های نرم تهیّه می‌شود و برای مصارف قنادی و همچنین بیسکویت‌سازی استفاده می‌شود.
- ۴ آرذ با گلوٲن سیال به آرذی گفته می‌شود که به علت ضعیف بودن بیش از حد گلوٲن، امکان جداسازی گلوٲن از نشاسته وجود نداشته باشد و در صورت شست‌وشو به صورت سیال درآید.

## فعالیت عملی ۹



### تعیین میزان گلوٲن در آرذ گندم

#### روش کار:

- ۱ ۱۰۰ گرم آرذ را وزن کنید و با ۶۰ میلی‌لیتر آب به تدریج خمیر کنید و آن را ورز دهید تا به دست نچسبد.
- ۲ سپس در همان ظرف خمیر را آنقدر با آب بشوید تا تمام نشاسته آن خارج شود. گلوٲن به شکل ماده چسبناکی کف‌ظرف باقی خواهد ماند.
- ۳ زمانی می‌توانید مطمئن شوید که توده باقی‌مانده گلوٲن و عاری از نشاسته است که با افزودن آب به آن، آب شفاف باقی بماند.
- ۴ توده باقی‌مانده گلوٲن مرطوب است. آن را وزن کنید و درصد گلوٲن مرطوب در آرذ را محاسبه کنید.
- ۵ گلوٲن مرطوب را تکه‌تکه کنید و در آون با دمای ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک کنید و سپس آن را در خشکانه سرد کنید و پس از توزین درصد گلوٲن خشک را محاسبه کنید.

## هرم غذایی

فیلم آموزشی



### مواد چرب<sup>۱</sup> در مواد غذایی و اندازه‌گیری آن

مواد چرب شامل اسیدهای چرب و مشتقات آنها مانند مونو، دی و تری‌گلیسریدها<sup>۲</sup>، گروه بزرگی از مولکول‌های محلول در حلال‌های آلی هستند. تری‌گلیسریدها<sup>۳</sup> بیش از ۹۵ درصد از کل مواد چرب در مواد غذایی را تشکیل می‌دهند. این مواد منبع اصلی تأمین انرژی برای بدن جانداران هستند. به‌علاوه حلال و حمل‌کننده ویتامین‌های محلول در چربی و مولکول‌های حیاتی دیگر در بدن جانداران می‌باشند. آنها در زمان فراوری و

۱- Lipids

۲- Mono, di, and tri Glyceride

۳- تری‌گلیسرید: نوعی از مواد چرب است که در بدن انسان نقش مهمی ایفا می‌کند. در بافت‌های چربی بدن، تری‌گلیسرید نقش عایق‌بندی و ذخیره انرژی را دارد. تری‌گلیسرید از یک گلیسرول و سه اسید چرب تشکیل شده است.



نگهداری مواد غذایی وارد واکنش‌های شیمیایی زیادی مانند آبکافت (هیدرولیز)، اکسایش و تجزیه گرمایی می‌شوند و باعث تغییر در طعم، بو و مزه و ایمنی مواد غذایی می‌گردند. چربی‌های حیوانی و گیاهی به‌عنوان یک منبع مهم غذایی استفاده می‌شوند (شکل ۱۱).

شکل ۱۱- انواع مواد غذایی حاوی چربی‌ها و مواد چرب

چربی‌ها<sup>۱</sup> زیرگروه مواد چرب هستند. برخی از گیاهان مانند گردو و سویا حاوی مواد چرب هستند اما در مورد عمده گیاهان مقدار آن ناچیز و حدود ۰/۳ درصد است. جدول ۳ درصد مواد چرب در برخی مواد غذایی را نشان می‌دهد.

جدول ۳- درصد مواد چرب در برخی مواد غذایی

نوع ماده غذایی	مواد چرب (%)
ماهیچه گوشت گاو، ماهی، مرغ	۲
شیر گاو	۳/۷
زردۀ تخم‌مرغ	۳۲
دانه سویا	۲۰
گردو	۶۵

چربی‌های گیاهی مانند روغن ذرت، بادام زمینی، زیتون، پالم، کنجد، کتان و آفتابگردان که معمولاً نقطه ذوب پایین‌تر و کمتر از ۲۰ درصد چربی‌های اشباع دارند، در صنعت تولید شیرینی و مانند آن استفاده می‌شود. چربی‌های حیوانی شامل اسیدهای چرب ۱۶ تا ۱۸ کربنی سیر شده هستند و نقطه ذوب بالاتری دارند.

**خواص فیزیکی چربی‌ها:** روغن‌های خالص بدون بو و رنگ هستند اما در عمل به‌علت وجود کاروتنوئیدها<sup>۱</sup> و کلروفیل رنگ زرد و سبزی دارند و بوی آنها ناشی از حضور ناخالصی‌های غیر مواد چرب و اکسید شدن است. چگالی، نقطه ذوب و سایر خواص فیزیکی روغن‌ها به طول زنجیره کربنی و درجهٔ سیرشدگی<sup>۲</sup> وابسته است.

**خواص شیمیایی مواد چرب:** مواد چرب توسط اسیدها، قلیاها، گرما و آنزیم‌ها و در حضور آب، آبکافت می‌شوند و اسید چرب تولید می‌کنند. آبکافت فرایند دلیپذیری نیست و باعث تخریب محصول می‌شود، اما مقدار کمی آبکافت می‌تواند بوی مطبوعی در مواد غذایی ایجاد کند. از این رو در تولید پنیر، ماست و نان باکتری‌ها و آنزیم لپاز با آبکافت چربی‌ها بوی مطبوعی به آنها می‌دهند. اکسایش شدید مواد چرب باعث کاهش کیفیت محصولات غذایی و ایجاد طعم تند و بوی ترشیدگی و نیز کاهش ارزش غذایی می‌شود و گاه ایجاد سمیت می‌کند.

## فعالیت عملی ۱۰



### تعیین میزان چربی در فراورده‌های گوشتی

مطابق با استاندارد شماره ۷۴۳ سازمان ملی استاندارد ایران با موضوع «گوشت و فراورده‌های گوشتی - اندازه‌گیری میزان چربی آزاد- روش آزمون»، چربی یک نمونه گوشت را اندازه‌گیری کنید. دامنه کاربرد این روش اندازه‌گیری میزان چربی آزاد در گوشت و فراورده‌های آن است.

مواد و وسایل مورد نیاز	
هگزان نرمال	سنگ جوش
دستگاه سوکسله	مخلوط کن الکتریکی یا یک چرخ گوشت
حمام آب	انگشتانه <sup>۳</sup> استخراج ساخته‌شده از کاغذ صافی بدون چربی
آون با دمای $103 \pm 2$ درجهٔ سلسیوس	الیاف پنبه بدون چربی
خشکانه	ترازو با دقت $0.001 \pm$ گرم

### روش کار:

- یک نمونه ۲۰۰ گرمی از گوشت یا فراورده‌های گوشتی تهیه کنید و آن را به روشی نگهداری کنید تا از خرابی و تغییر حالت آن جلوگیری شود.
- نمونه را به‌خوبی چرخ کنید. این کار را دو بار انجام دهید. سپس یک نمونه ۵ تا ۸ گرمی را با دقت توزین کنید ( $m_1$ ).
- سنگ جوش‌ها را درون بالن دستگاه سوکسله بریزید و آنها را به مدت نیم ساعت در آون در دمای  $103$  درجهٔ سلسیوس قرار دهید. سپس درون خشکانه قرار دهید تا خنک شود و با دقت توزین کنید ( $m_2$ ).

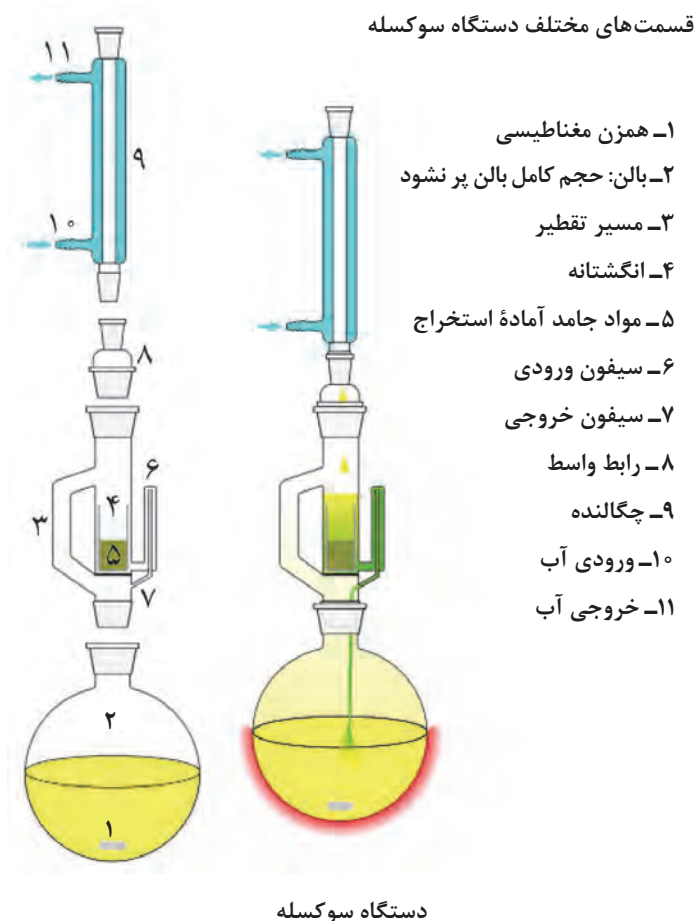
۱- Carotenoid

۲- منظور از درجهٔ سیرشدگی، تعداد پیوندهای دوگانه در روغن است که هرچه کمتر باشد، درجهٔ سیرشدگی بالاتر است.

۳- Thimble

۴ نمونه را به انگشتانه منتقل کنید و با پنبه ته ظرف نمونه را کامل پاک کنید و پنبه را نیز درون کاغذ کارتوش بیندازید. سپس بالن را تا نیمه از حلال پر کنید. مطابق با شکل، دستگاه را وصل کنید و روی حمام آب گرم بگذارید و به مدت ۶ ساعت بازروانی<sup>۱</sup> کنید و استخراج را انجام دهید. پس از استخراج انگشتانه را از دستگاه خارج کنید و قسمت عمده حلال درون بالن را تقطیر و جدا کنید. بالن و محتویات آن را که حاوی باقی‌مانده حلال و چربی استخراج شده است، به مدت یک ساعت درون آون با دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس قرار دهید تا کل حلال تبخیر شود. سپس بالن و محتویات آن را در خشکانه خنک کنید و با دقت توزین کنید ( $m_2$ ). درصد چربی را توسط معادله زیر محاسبه کنید.

$$\text{درصد چربی} = (m_2 - m_1) / m_o \times 100$$



گزارش آزمون باید شامل روش نمونه‌برداری، روش آزمایش، نتایج به‌دست آمده از آزمایش، تاریخ آزمون، شماره آزمون و هرگونه شرایط خاص استفاده شده در آزمایش باشد.

نکته



جرم مولکولی و طول زنجیرهٔ اسید چرب موجود در روغن‌ها حائز اهمیت و تعیین‌کنندهٔ کیفیت روغن هستند. روغن‌ها مخلوطی از مواد چرب مختلف‌اند و تعیین یک به یک اجزای آن کار دشواری است، از این رو با تعیین عدد صابونی به جرم مولکولی متوسط و طول زنجیره‌ها پی می‌برند.

طبق تعریف عدد صابونی، مقدار KOH بر حسب میلی‌گرم است که به منظور خنثی‌شدن اسیدهای چرب حاصل از آبکافت یک گرم چربی لازم است. این عدد در واقع مقیاسی برای بیان میانگین جرم مولکولی اسیدهای چرب موجود در روغن است. هرچه مقدار KOH مصرف‌شده بیشتر باشد، زنجیره‌ها و جرم مولکولی اسیدهای چرب کوچک‌تر خواهد بود. برای مثال، کره که قسمت اعظم آن را چربی‌های با مولکول‌های کوچک تشکیل می‌دهند، به‌طور نسبی عدد صابونی بزرگ‌تری دارد، اما این موضوع در مورد چربی ذرت که اصولاً فقط از اسیدهای چرب بزرگ مولکول ساخته شده‌است، برعکس است.

روش عمل بدین صورت است که مقداری از روغن با مقدار زیاد پتاسیم‌هیدروکسید واکنش داده می‌شود تا فرایند صابونی‌شدن انجام گیرد. سپس مقدار باقی‌مانده و واکنش ندادهٔ پتاسیم‌هیدروکسید توسط یک اسید سنجش می‌شود و از آن مقدار پتاسیم‌هیدروکسید واکنش داده محاسبه می‌شود. به جای پتاسیم‌هیدروکسید می‌توان از سدیم‌هیدروکسید نیز استفاده کرد.

از آنجا که هر مولکول چربی طبیعی عدد صابونی مشخصی دارد با به‌دست آوردن عدد صابونی می‌توان به نوع و خلوص چربی پی برد. جدول ۴، عدد صابونی برخی از روغن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۴- عدد صابونی برخی روغن‌های خوراکی

عدد صابونی بر حسب میلی‌گرم قلیا به‌ازای گرم روغن		نوع روغن و یا چربی
NaOH	KOH	
۱۳۷	۱۹۲	روغن کرچک
۱۳۶	۱۹۱	کرهٔ کاکائو
۱۴۲	۱۹۹	روغن پالم
۱۳۶	۱۹۰	روغن سویا
۱۳۴	۱۸۷	روغن آفتابگردان
۱۳۴	۱۸۸	روغن زیتون

## فعالیت عملی ۱۱



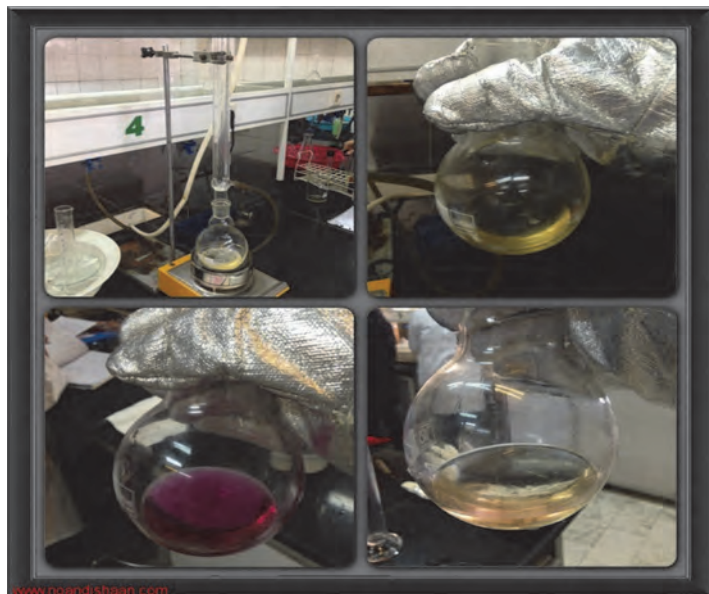
### اندازه‌گیری عدد صابونی در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی

وسایل و مواد لازم	
روغن خوراکی	پی‌پت حباب‌دار ۲۵ میلی‌لیتری
محلول پتاس الکی <sup>۱</sup>	گرم‌کن برقی
اتیل الکل (اتانول) ۹۶ درجه	مکنده
بشر	چگالنده
ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری	بالن در سنباده‌ای
بورت	

### روش کار

- در صورتی که روغن جامد باشد، آن را در بشر ذوب کنید و از صافی عبور دهید. نمونه‌هایی را که مایع هستند، فقط صاف کنید.
- ۲-۳ گرم از نمونه را به دقت در بالن بریزید.
- به وسیله پی‌پت حباب‌دار ۲۵ میلی‌لیتر پتاس الکی به آن اضافه کنید.
- در بالن دیگری نیز فقط ۲۵ میلی‌لیتر پتاس الکی بریزید (شاهد).
- به هر دو بالن چگالنده وصل کنید

و به مدت ۳۰ دقیقه در حالت جوش، بازروانی (رفلاکس) کنید تا عمل صابونی شدن خاتمه یابد. پیش از سرد شدن کامل بالن‌ها، به آنها چند قطره شناساگر فنول فتالین بیفزایید و هر دورا با محلول هیدروکلریک اسید ۰/۵ نرمال تا ظاهر شدن رنگ صورتی کم‌رنگ سنجش کنید (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- اندازه‌گیری عدد صابونی

۱- ۳۶ گرم پتاسیم هیدروکسید خشک را در ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کنید. سپس ۵۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۶ درجه به آن اضافه کنید و درون یک بالن حجم‌سنجی یک لیتری بریزید و خوب مخلوط کنید، در بالن را بگذارید و یک شب آن را در قفسه تاریک نگاه‌داری کنید. سپس با الکل بالن را به حجم برسانید و هم‌بزنید تا محلول یکنواختی حاصل شود.



### محاسبات:

$$\text{عدد صابونی} = [(V_2 - V_1) \times 28/0.5] / W$$

که در آن:

$V_1$ : میلی لیتر هیدروکلریک اسید ۰/۵ نرمال برای خنثی کردن شاهد

$V_2$ : میلی لیتر هیدروکلریک اسید ۰/۵ نرمال برای خنثی کردن ارلن نمونه

W: جرم نمونه بر حسب گرم

نکته

در برخی از نمونه‌ها صابونی کردن بیش از یک ساعت زمان نیاز دارد و پایان کار زمانی است که محتوای ارلن زلال و یکنواخت شود.



نکات ایمنی

پتاسیم هیدروکسید خورنده است و به شدت به پوست آسیب می‌رساند؛ بنابراین هنگام کار از لوازم حفاظتی مناسب استفاده کنید و نکات ایمنی را رعایت کنید.



### پروتئین مواد غذایی و اندازه‌گیری آن

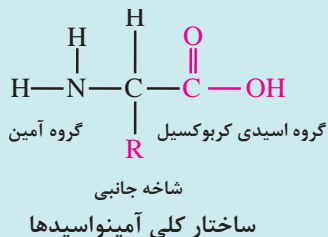
پروتئین‌ها یکی از اجزای مهم مواد غذایی هستند. بیشتر آنها از ۲۰ نوع آمینو اسید تشکیل شده‌اند که توسط پیوندهای پپتیدی<sup>۱</sup> به یکدیگر متصل‌اند. این نوع اتصال باعث می‌شود تا مجموعه متنوع و بی‌شماری از انواع پروتئین با ساختار و خواص گوناگون وجود داشته باشد. از دیدگاه نظری، تمامی پروتئین‌های تولیدشده توسط موجودات زنده می‌توانند در بدن انسان استفاده شوند (شکل ۱۳) اما آن دسته از پروتئین‌ها حائز اهمیت هستند که قابل هضم و غیرسمی و دارای خواص مفید باشند.



شکل ۱۳- انواع مواد غذایی سرشار از پروتئین

۱- Peptide bond: یک پیوند شیمیایی بین دو مولکول است که گروه کربوکسیل یک مولکول با گروه آمین مولکول دیگر واکنش می‌دهد و یک مولکول آب آزاد می‌شود.

پروتئین‌ها افزون بر ارزش غذایی، وظایفی نظیر امولسیون‌کنندگی، ایجاد حباب، ژل کردن، و افزایش گران‌روی غذا را بر عهده دارند. به علاوه در هنگام آماده‌سازی غذا و تولید آن دستخوش واکنش‌های زیادی می‌شوند که بر کیفیت و عطر و طعم غذا تأثیرگذار است.



آمینواسیدها مولکول‌های دارای دو گروه کربوکسیلیک اسید و بازی آمین هستند، و می‌توانند با بازها و اسیدها واکنش دهند. به دلیل همین ماهیت دوگانه در محیط‌های اسیدی و بازی، محلول هستند، اما می‌توان با تنظیم pH آنها را رسوب داد.

بیشتر بدانید



## قدرت اسیدی مواد غذایی

قدرت اسیدی و قدرت بازی مواد غذایی توسط شاخص pH سنجیده می‌شوند. pH خون و مایعات خارج سلولی بدن در گستره ۷/۴۵ - ۷/۳۵ (اندکی بازی) است و حفظ pH در این گستره برای سلامتی بدن، کارکرد اندام‌های حیاتی و انجام واکنش‌های طبیعی بدن ضروری است. بدن به کمک عوامل تنظیم‌کننده شیمیایی (بافرهای خون) و اندام‌های حیاتی (ریه و کلیه) در برابر تغییرات pH مقاومت می‌کند. مواد غذایی مختلف قدرت اسیدی متفاوتی دارند. جدول ۵ قدرت اسیدی و بازی برخی از مواد غذایی را نشان می‌دهد.

جدول ۵- قدرت اسیدی و بازی مواد غذایی

ماده غذایی	قدرت اسیدی و بازی
میوه‌جات خشک و کنسرو شده، شکلات، غلات برشته شده، چیپس، کیک، نان سفید، سوسیس، ماهی کنسرو شده، گوشت گاو، پنیر فراوری شده، تخم کتان.	اسیدی شدید
سیب، پرتقال، هلو، انبه، گلابی، سبزیجات کنسرو شده، بادام زمینی، نان چاودار، مرغ، بوقلمون، کره، تخمۀ آفتابگردان.	اسیدی متوسط
هندوانه، موز سبز، سیب زمینی، دانه انگور، گردو، نان کامل غلات، ماهی، ماست.	اسیدی کم
موز، آواکادو، کدو، بامیه، کرفس، شاه‌بلوط، شیر سویا.	بازی کم
کیوی، گیلان، هویج، زیتون، مغز بادام، روغن نارگیل.	بازی متوسط
سیر، بروکلی، شاهدانه، روغن زیتون.	بازی زیاد



## فعالیت عملی ۱۲

### کنترل کیفیت شیر

قدرت اسیدی می‌تواند تازگی یا ماندگی شیر، کیفیت نگهداری آن و همچنین میزان باکتری‌های موجود در آن را به‌طور تقریبی نشان دهد. قدرت اسیدی شیر تازه برابر با ۰/۱۳ - ۰/۱۸ بر حسب درصد لاکتیک‌اسید است. شیر تازه لاکتیک‌اسید ندارد. در اثر تخمیر میکروبی، قند موجود در شیر (لاکتوز) تبدیل به لاکتیک‌اسید شده و قدرت اسیدی شیر را افزایش می‌دهد.

### ۱ آزمایش جوش

مقداری شیر (حدود ۵ mL) را در یک لوله بریزید و روی چراغ الکلی گرما دهید. شیری که قدرت اسیدی آن بالا باشد، گرمای جوش را تحمل نمی‌کند و منعقد می‌شود.

۲ مطابق با استاندارد شماره ۲۸۵۲ سازمان ملی استاندارد ایران با موضوع «شیر و فراورده‌های آن - تعیین قدرت اسیدی pH - روش آزمون»، قدرت اسیدی و pH یک محصول لبنی مانند شیر، ماست یا پنیر را اندازه‌گیری کند. طبق تعریف سازمان ملی استاندارد ایران، قدرت اسیدی کل عبارت از مقدار سدیم‌هیدروکسید ۰/۱ نرمالی است که بتواند اسید مقدار معینی از شیر یا فراورده‌های لبنی را در حضور شناساگر فنول‌فتالئین خنثی کند.

### مواد و وسایل مورد نیاز

آب مقطر عاری از کربن‌دیوکسید محلول سدیم‌هیدروکسید ۰/۱ نرمال شناساگر فنول‌فتالئین بالن حجمی ۱۰۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتری همزن شیشه‌ای کاغذ صافی آون	پی‌پت ۱۰ و ۲۰ و ۲۵ میلی‌لیتری بورت ۲۵ میلی‌لیتری ترازوی ۰/۰۰۱ گرم ارلن ۱۰۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتری ظرف درب‌دار شیشه‌ای ۱۰۰ میلی‌لیتری بشر ۱۰۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتری آب‌فشان
--	---

نکته

برای تهیه آب مقطر عاری از کربن‌دیوکسید، آب مقطر را بجوشانید، سرد کنید و در بطری دربسته نگهداری کنید.



### روش کار:

۱ ۱۰ میلی‌لیتر از نمونه مانند شیر را در یک ارلن بریزید و به آن چند قطره شناساگر فنول‌فتالئین بیفزایید.

۲ بورت را ابتدا با آب مقطر، سپس با محلول سدیم‌هیدروکسید بشویید و با محلول سدیم‌هیدروکسید ۰/۱ نرمال پر کنید.

۳ ضمن هم‌زدن ارلن، عمل سنجش حجمی را تا ظاهر شدن رنگ صورتی کم‌رنگ ادامه دهید و حجم سدیم‌هیدروکسید مصرفی را یادداشت کنید (V).

قدرت اسیدی بر حسب لاکتیک‌اسید را از معادله زیر محاسبه کنید. (هر میلی لیتر سدیم‌هیدروکسید مصرفی معادل ۰/۰۰۹ گرم لاکتیک‌اسید است)

$$\text{قدرت اسیدی} = \frac{N \times 0.009 \times 100}{V}$$

که در آن N مقدار میلی لیتر سدیم‌هیدروکسید ۰/۱ نرمال مصرف شده و V حجم نمونه است.

نکته

همین آزمایش را می‌توانید با ماست انجام دهید. در این حالت باید ماستی را که به عنوان نمونه برمی‌دارید با ۲۰ میلی لیتری آب مقطر بدون کربن دیوکسید رقیق کنید. در مورد موادی مانند لبنیات پودری (شیر خشک) و آب پنیر باید آنها را ابتدا در آب مقطر عاری از کربن دیوکسید حل کنید.

### ویتامین مواد غذایی

ویتامین‌ها گروه مهمی از مواد مغذی و از عوامل تعیین کننده ارزش غذایی یک ماده غذایی هستند (شکل ۱۴). این ترکیبات نقش مهمی در زندگی جانداران دارند. به علاوه برخی از آنها مانند ویتامین C همراه با ترکیبات گوگرددار غذا نقش مهمی در رنگ و طعم مواد غذایی دارند.



شکل ۱۴- ویتامین‌های موجود در برخی مواد غذایی<sup>۱</sup>

۱- ویتامین PP همان ویتامین B<sub>3</sub> است که نیاسین niacin نیز نامیده می‌شود.

ویتامین‌هایی مانند ویتامین C و هشت گروه ویتامین B محلول در آب هستند و قابلیت ذخیره در بدن را ندارند؛ بنابراین باید روزانه مصرف شوند. ویتامین‌های A، D، E و K محلول در چربی‌ها هستند و می‌توانند در بدن ذخیره شوند.

محتوای ویتامین مواد غذایی وابسته به بسیاری از عوامل هنگام تولید مواد غذایی است. برای مثال، در مورد گیاهان، گونه، محیط رشد، شرایط خاک، کوددهی، آبیاری، شدت و زمان نوردهی و شیوه انبارداری در میزان ویتامین موجود در محصول نقش دارند. پایداری ویتامین‌ها در مقابل عوامل مختلف در جدول ۶ خلاصه شده است.

جدول ۶- پایداری برخی ویتامین‌ها

ویتامین	باز	اسید	رطوبت	گرما	نور
A	+	++	+	++	+++
D	++	++	+	++	+++
E	++	+	+	++	++
K	+++	+	+	+	+++
C	+++	++	++	++	+
B <sub>۱</sub>	+++	+	++	++	++
B <sub>۲</sub>	+++	+	+	+	+++
B <sub>۵</sub>	+	+	+	+	+
B <sub>۶</sub>	++	++	+	+	++
B <sub>۱۲</sub>	+++	+++	++	++	++
فولیک اسید	++	++	+	+	++
+ خوب، ++ متوسط، +++ ضعیف					

## مواد معدنی غذا

از بین ۹۲ عنصر شیمیایی طبیعی، ۸۱ عنصر در بدن انسان یافت می‌شود و ۲۹ عنصر که عنصرهای اساسی نامیده می‌شوند، نقش مهمی در حیات دارند. برخی از این عناصر شامل اکسیژن، کربن، هیدروژن، نیتروژن، کلسیم (شکل ۱۵) و آهن است.

در مورد مواد معدنی مورد نیاز بدن موجودات زنده و منابع تأمین هر یک تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید  
۴

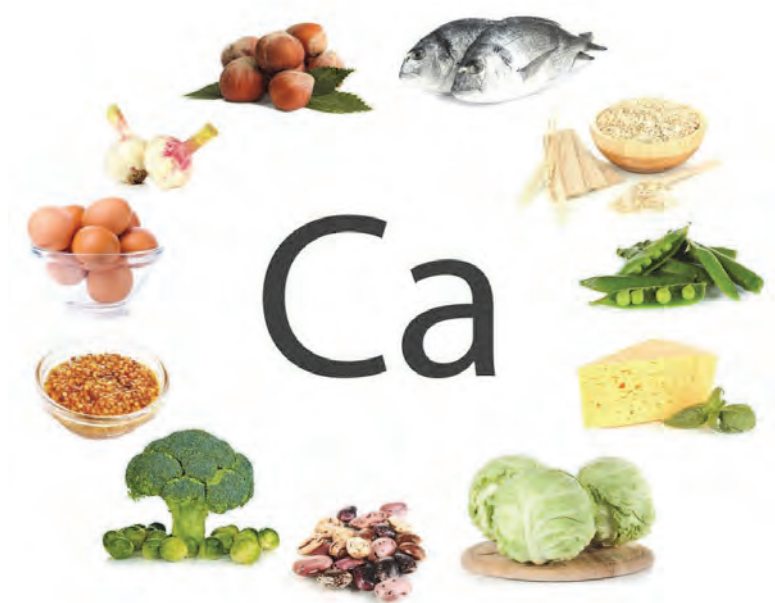


اینکه عناصر معدنی به صورت چه ترکیبی در بدن وجود داشته باشند، تعیین‌کننده نقش زیستی و ایمنی و جذب مواد معدنی غذا است. برای نمونه، آهن به صورت ترکیب شیمیایی آهن (II) سولفات به دلیل حل‌پذیری، جذب بالایی دارد، اما به صورت آهن (III) اکسید به دلیل حل‌پذیری کم، دارای جذب ناچیزی است. علاوه بر این، حضور برخی ترکیبات نقش اساسی در جذب کردن یا نکردن مواد معدنی در بدن انسان دارند؛ مثلاً در حضور ویتامین C به دلیل اینکه حل‌پذیری ترکیبات نامحلول آهن در محیط اسیدی بیشتر است، جذب آهن افزایش پیدا می‌کند اما در حضور تانیک‌اسید یون‌های آهن به شکل رسوب در خواهند آمد و جذب آن کاهش می‌یابد. تانیک‌اسید جزء ترکیبات موجود در بسیاری از مواد گیاهی مانند چای است.

تحقیق کنید  
۵



پخت‌وپز در ظروف چدنی چه تأثیری در تأمین آهن مورد نیاز بدن ما دارد؟



شکل ۱۵- مواد غذایی سرشار از کلسیم

مواد معدنی غذا، پس از سوختن کامل غذا به صورت خاکستر باقی می‌مانند.

فعالیت عملی ۱۳



### کنترل کیفیت گوشت

خاکستر موجود در یک نمونه از گوشت را مطابق با استاندارد شماره ۷۴۴ سازمان ملی استاندارد ایران با موضوع «گوشت و فراورده‌های آن - تعیین مقدار خاکستر کل» اندازه‌گیری کنید.



طبق تعریف خاکستر کل مقدار باقی مانده حاصل از سوزاندن نمونه مورد آزمون، در دمای  $550 \pm 25$  درجه سلسیوس است.

### مواد و وسایل مورد نیاز

- آب مقطر	- (خردکن <sup>۱</sup> ، چرخ گوشت)
- هیدروژن پراکسید <sup>۱</sup> ۳۰ درصد	- بوتله چینی <sup>۳</sup>
- خشکانه	- کوره الکتریکی با قابلیت تنظیم در دمای $550 \pm 25$
- ترازوی دقیق آزمایشگاهی با دقت ۰/۱ میلی گرم	- درجه سلسیوس و مجهز به کنترل کننده زمان و دما.
- آون	- اجاق الکتریکی <sup>۴</sup> یا شعله گاز <sup>۵</sup>

### روش کار:

- ۱ بوتله را به مدت ۲۰ دقیقه در کوره الکتریکی با دمای  $550 \pm 25$  درجه سلسیوس گرما دهید، سپس آن را در خشکانه خنک کنید. سپس با ترازوی دقیق آزمایشگاهی با دقت تقریبی ۰/۱ میلی گرم وزن کنید ( $m_0$ ).
- ۲ ۱/۵ تا ۲ گرم از نمونه آزمایشگاهی را به بوتله انتقال دهید و به طور یکنواخت پخش کنید و بلافاصله جرم آن را با ترازوی با دقت تقریبی ۰/۱ میلی گرم اندازه گیری کنید ( $m_1$ ).
- یادآوری ۱- در شرایط مقتضی و با توجه به ماهیت نمونه آزمایشگاهی می توان تا ۵ گرم نمونه برداشت کرد که باید در گزارش آزمون، مقدار نمونه مورد استفاده قید شود.
- ۳ اگر کوره الکتریکی مجهز به کنترل کننده زمانی و دمایی باشد، بوتله حاوی نمونه را در کوره الکتریکی سرد قرار دهید و به تدریج دمای کوره را تا  $550 \pm 25$  درجه سلسیوس بالا ببرید و ۵ تا ۶ ساعت عمل گرما دادن را در دمای  $550 \pm 25$  درجه سلسیوس ادامه دهید تا خاکستر سفید رنگ حاصل شود. سپس بوتله را از کوره بردارید و در خشکانه خنک کنید.
- ۴ بررسی خاکستر: اگر خاکستر هنوز سیاه باشد، بوتله را سرد کنید و سپس چند قطره هیدروژن پراکسید یا آب مقطر اضافه کنید و پس از تبخیر رطوبت بر روی صفحه گرم، ادامه عمل را مطابق همین دستور تکرار کنید. پس از سرد کردن، به وسیله ترازوی آزمایشگاهی با دقت تقریبی ۰/۱ میلی گرم جرم آن را اندازه گیری کنید ( $m_2$ ).
- یادآوری ۲- سعی کنید مراقبت های لازم را در هنگام انتقال بوتله حاوی خاکستر از کوره به خشکانه و همچنین از خشکانه به ترازوی آزمایشگاهی، به منظور جلوگیری از ریختن و کم شدن از میزان خاکستر موجود در بوتله انجام دهید.
- ۵ چنانچه کوره دارای کنترل کننده دما و زمان نباشد، ابتدا نمونه را در دمای ۱۳۰ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت در آون خشک کنید، سپس بوتله را از داخل آون بردارید و روی اجاق الکتریکی یا شعله گاز گرما دهید تا نمونه مورد نظر کاملاً بسوزد و دیگر دودی از آن متصاعد نشود. در هنگام سوزاندن، نمونه نباید آتش بگیرد و شعله ور شود.

۱ - Hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ )

۴ - Electric hot plate

۲ - Cutter

۵ - Gas flame

۳ - Dish - crucible



- ۶ سپس بوتۀ حاوی نمونه را در کوره الکتریکی سرد قرار دهید و دمای کوره را تا  $25 \pm 55^\circ$  درجۀ سلسیوس بالا ببرید و بعد از ۴ ساعت، بوتۀ را از کوره بردارید و در خشکانه خنک کنید و مطابق بند ۷ عمل کنید.
- ۷ محاسبات:

$$\text{درصد خاکستر} = [(m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)] \times 100$$

### نمک در مواد غذایی

نمک برای ایجاد طعم و محافظت از غذا استفاده می‌شود. علاوه بر این دو کاربرد، نمک به عنوان تأمین‌کننده سدیم بدن، و ایجاد بافت و رنگ در غذا نقش دارد. این ماده با حذف آب از غذاها باعث کاهش رشد باکتری‌ها و نگهداری مواد غذایی می‌شود. پیش از استفاده از سرمایش به منظور محافظت از مواد غذایی، نمک سود کردن و تولید شوريجات از متداول‌ترین روش‌های نگهداری مواد غذایی بوده است. به دلیل مصرف عمومی نمک در همه غذاها، می‌توان برخی عناصرها مانند ید را به آن افزود و از بیماری‌های ناشی از کمبود آنها کاست (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- کاربردهای نمک در صنایع غذایی

نمک می‌تواند در محصولات مانند سوسیس یا سایر گوشت‌های فراوری شده به عنوان عامل پیونددهنده باعث ژل شدن پروتئین‌ها شود و اجزای غذا را به یکدیگر پیوند دهند. همچنین نمک در بسیاری از غذاها مانند سوسیس و نان باعث بهبود رنگ در محصول نهایی می‌شود.

### فعالیت عملی ۱۴



#### کنترل کیفیت کره

نمک موجود در یک نمونه از کره را مطابق با استاندارد شماره ۶۹۴ سازمان ملی استاندارد ایران با موضوع «کره - تعیین میزان نمک - روش آزمون» اندازه‌گیری کنید.

### مواد و وسایل مورد نیاز

محلول استاندارد نقره نیترات ۰/۱ مولار محلول شناساگر پتاسیم کرومات پی پت استوانه مدرج	ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم ارلن ۲۵۰ میلی لیتری بورت بالن حجم سنجی
---	--

نکته



- محلول استاندارد نقره نیترات باید دور از نور مستقیم خورشید نگهداری شود.
- تهیه محلول شناساگر پتاسیم کرومات: ۵۰ گرم پتاسیم کرومات را در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل کنید.

نکته ایمنی



هنگام کار از لوازم حفاظت شخصی (دستکش، ماسک و عینک) استفاده کنید. توجه داشته باشید که کروم شش ظرفیتی سرطان زا است و رعایت نکات ایمنی که از طرف هنرآموز بیان می شود، الزامی است.

### روش کار:

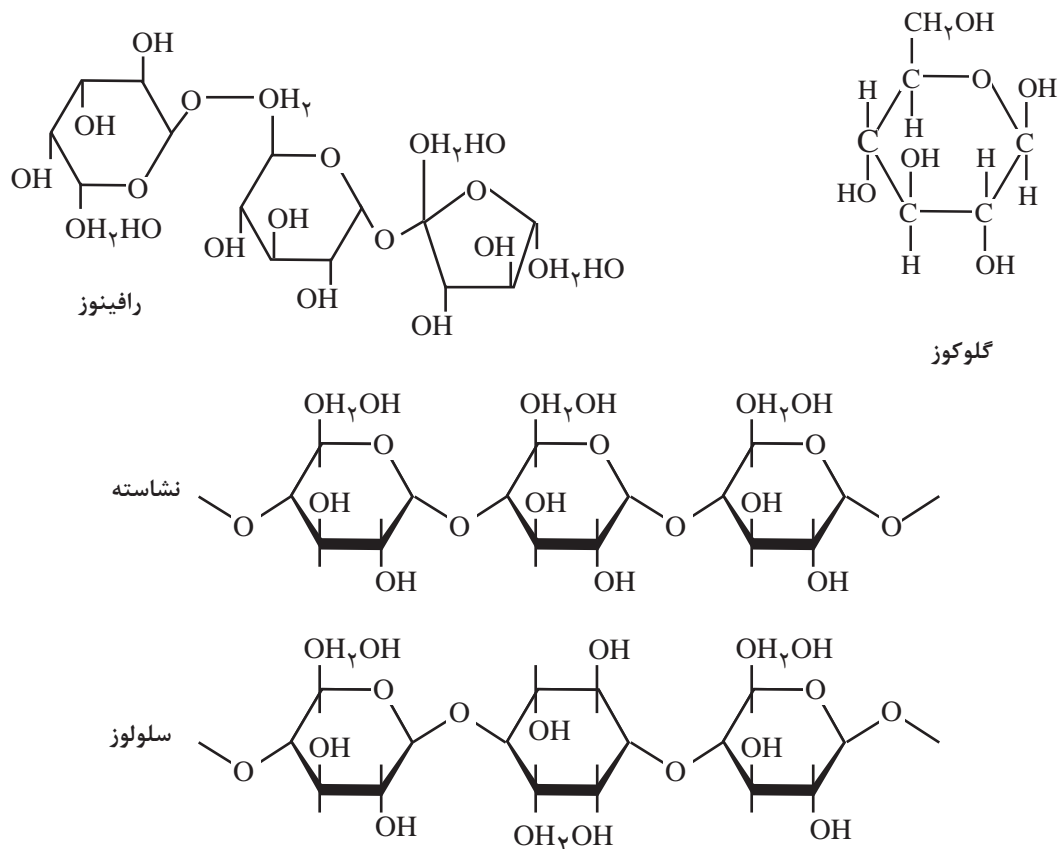
- مقدار ۱/۵ تا ۵ گرم از کره را بردارید و به ارلن منتقل کنید.
  - سپس ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به ارلن بیفزایید و تا نقطه جوش گرما دهید تا کره ذوب شود و نمک آن در آب حل شود، سپس تا دمای ۵۰ درجه سلسیوس سرد کنید. دما باید به گونه ای باشد که کره ذوب شده منجمد نشود.
  - به محتویات ارلن دو میلی لیتر محلول شناساگر پتاسیم کرومات بیفزایید و با استفاده از محلول نقره نیترات تا مشاهده رسوب آجری رنگ (تا ۳۰ ثانیه پایدار بماند) سنجش کنید.
  - حجم نقره نیترات مصرفی را بر حسب میلی لیتر ثبت کنید ( $V_s$ ).
  - آزمون شاهد را نیز با استفاده از همه واکنش گرها بدون حضور نمونه انجام دهید و حجم نقره نیترات مصرفی را محاسبه کنید ( $V_o$ ).
  - غلظت محلول نقره نیترات در این آزمایش با  $C_s$  نمایش داده می شود.
- اگر جرم نمونه را با  $m$  نمایش دهید، مقدار نمک بر حسب درصد وزنی عبارت خواهد بود از:

$$W = \frac{5/844 C_s (V_s - V_o)}{m} \%$$

مقدار نمک به دست آمده را با مقدار نمک موجود در کره مطابق استاندارد مقایسه کنید.

## کربوهیدرات‌ها

کربوهیدرات‌ها یا مواد قندی ترکیبات آلی طبیعی و محصول عمل فوتوسنتز هستند. این ترکیبات به مونوساکاریدها، اولیگوساکاریدها<sup>۱</sup> و پلی‌ساکاریدها<sup>۲</sup> تقسیم‌بندی می‌شوند (شکل ۱۷). مونوساکاریدها ساده‌ترین قندها می‌باشند که بین ۳ تا ۶ کربن دارند و آبکافت نمی‌شوند. اولیگوساکاریدها معمولاً از ۲ تا ۲۰ واحد مونوساکارید تشکیل شده‌اند و می‌توانند به قندهای ساده آبکافت شوند. کل واحدهای قند تشکیل‌دهنده اولیگوساکاریدها می‌توانند یکسان یا متفاوت باشند. پلی‌ساکاریدها مانند نشاسته و سلولوز از بیش از ۲۰ واحد مونوساکارید تشکیل شده‌اند.



شکل ۱۷- مونوساکارید (گلوکوز)، اولیگوساکارید (رافینوز)، پلی‌ساکارید (نشاسته و سلولوز). حفظ کردن فرمول‌ها الزامی نیست.

نشاسته فراوان‌ترین کربوهیدرات موجود در دانه‌ها، ریشه و میوه گیاهان است و تأثیری بر طعم شیرین غذا ندارد. طعم شیرین غذا مربوط به مونوساکاریدها است که مقدار آن در محصولات گیاهی کم است. برای مثال، ذرت دارای ۰/۲ تا ۰/۵ درصد گلوکوز، ۰/۱ تا ۰/۴ درصد فروکتوز و ۱ تا ۲ درصد ساکاروز است. مونوساکاریدها نه تنها به غذا طعم شیرین می‌بخشند، بلکه هنگام فرایندهایی که در آنها غذا گرما می‌بیند، در طی واکنش‌های اکسایش - کاهش بر روی عطر و رنگ غذا تأثیر می‌گذارند.

۱- Oligosaccharides

۲- Polysaccharides

میوه‌هایی که پس از برداشت می‌توانند رسیده‌تر شوند، در آنها نشاسته تبدیل به قند می‌شود و میوه شیرین‌تر و بهتر می‌شود.

کربوهیدرات‌ها بر رنگ، بافت، و مزه غذا تأثیر می‌گذارند. ۷۰ درصد از انرژی بدن از طریق کربوهیدرات‌ها تأمین می‌شود. برخی از کربوهیدرات‌ها مانند گوارگام<sup>۱</sup> به دلیل تأثیرات روی گران‌روی و انعطاف‌پذیری غذا نقش مهمی در بافت غذا ایجاد می‌کنند.

فیلم آموزشی



کربوهیدرات‌ها



فعالیت عملی ۱۵

### بررسی قند موجود در مواد غذایی

به روش مولیش<sup>۲</sup> می‌توان قندها را به صورت کیفی در محصولات غذایی شناسایی کرد. این آزمایش برای تمام قندها پاسخ مثبت دارد. مونوساکاریدها سریع، ولی دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها به آرامی به این آزمون پاسخ مثبت می‌دهند.

مواد و وسایل مورد نیاز	
لوله آزمایش چند عدد گیره قطره چکان	سولفوریک اسید غلیظ شناساگر مولیش (آلفا نفتل، الکل اتانول ۹۵٪) پی‌پت

روش تهیه شناساگر مولیش: ۱ گرم آلفانفتل را در ۱۰ میلی لیتر الکل ۹۵ درصد حل کنید.

### روش کار:

۱ دو میلی لیتر محلول حاوی قند، مانند یک نمونه شربت یا آب میوه موجود در بازار، را در یک لوله آزمایش بریزید.

۲ قطره شناساگر مولیش به آن اضافه بیفزایید و مخلوط کنید.

۳ سپس ۲ الی ۳ میلی لیتر سولفوریک اسید غلیظ به آن اضافه کنید. توجه داشته باشید که اسید را به آرامی از دیواره لوله آزمایش وارد کنید، به گونه‌ای که اسید زیر نمونه برود. ایجاد رنگ قرمز مایل به بنفش در مرز بین دو محلول، نشان دهنده وجود قند در نمونه است.

پرسش ۲



نکات ایمنی در آزمایش تشخیص قندها به روش مولیش چیست؟ نام ببرید.

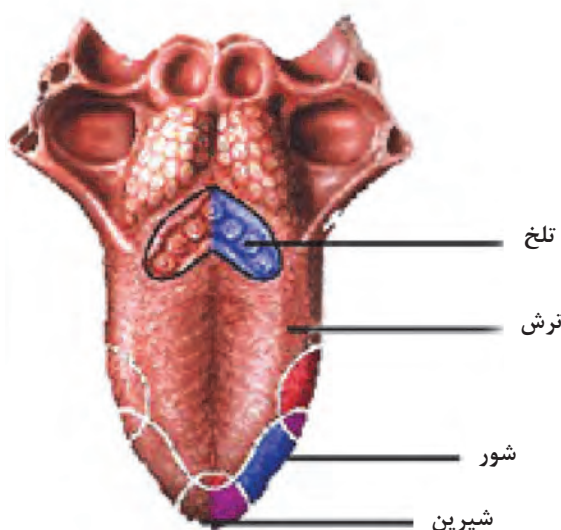
۱- Guar gum گوارگام یا صمغ گوار ماده‌ای است که در صنایع به عنوان امولسیون کننده، تثبیت کننده، حجم دهنده و ژله ساز استفاده می‌شود. گوارگام، گواران نیز نامیده می‌شود.

۲- Molisch Test

## طعم غذا

طعم غذا مربوط به مواد با جرم مولکولی کم است که در اثر فرآیند تأثیر فراوان بر دلیپذیری غذا برای مصرف‌کننده دارد. وجود چنین ترکیبات شیمیایی در محصولاتمانند سبزیجات، چای و قهوه باعث ایجاد طعم می‌شوند. طعم تنها به مزه غذا اطلاق نمی‌شود بلکه مجموعه‌ای از بو، مزه و احساسات دیگر ما در مورد غذا است که ناشی از عامل‌های محیطی و مواد موجود در غذا است.

مزه عبارت از تحریک سلول‌های چشایی توسط ترکیبات موجود در غذا است که هنگام جویدن غذا باعث تحریک این سلول‌ها می‌شوند. قسمت‌های مختلف زبان قادر به دریافت مزه‌های گوناگون هستند، مثلاً نوک زبان قادر به حس کردن شیرینی است (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- تشخیص مزه‌های مختلف توسط زبان

طبقه‌بندی مزه‌ها، ترش، شور، شیرین، ملس، بی‌مزه، تند، گس و تلخ هستند. شدت یک مزه به دما، حل‌پذیری عامل ایجادکننده مزه، حضور دیگر مزه‌ها و عادت بستگی دارد. بو به مواد فرار مانند استرها، آلدهیدها، الکل‌ها و اسیدهای موجود در غذا مرتبط است. گوشت گاو حاوی بیش از ۳۰۰ نوع ترکیب فرار است که بیشتر آنها هیدروکربن‌ها، آلدهیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، استرها، ترکیبات نیتروژن‌دار و ترکیبات گوگرددار هستند و بوی گوشت ناشی از ترکیب همه این مواد است. زمانی که گوشت پخته می‌شود، بسته به روش پختن و دمای پخت، چربی‌ها اکسید و آبکافت می‌شوند، آمینواسیدها و پروتئین‌ها وارد واکنش‌های شیمیایی می‌شوند و قندها کاهیده می‌شوند. این کنش و واکنش‌ها بوی خاصی به گوشت می‌دهند. به همین دلیل طعم گوشت کباب‌شده و آب‌پز یا خام با یکدیگر متفاوت است.



شکل ۱۹- سنجش کیفی طعم مواد غذایی

معمولاً اندازه‌گیری طعم غذا فرایندی کیفی است و طعم محصولاتی مانند نوشیدنی‌ها، میوه‌جات و قهوه توسط افراد متخصص و حساس به طعم‌ها بررسی می‌شود (شکل ۱۹).

با رجوع به استاندارد شماره ۲۴۴۲ سازمان ملی استاندارد ایران با موضوع «روش تشخیص ارزیابی میزان احساسی طعم در مواد خوراکی»، در مورد سنجش طعم مواد خوراکی مطلب تهیه کنید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید  
۶



فیلم آموزشی



زیست‌شناختی غذا

## تعیین خواص زیست‌شناختی مواد غذایی

غذا برای ریزاندامکان (میکروارگانیسم‌ها) منبع تأمین انرژی و مواد مغذی است و هنگام مصرف آن تأثیرات مثبت و منفی زیادی بر غذا می‌گذارند (شکل ۲۰). علاوه بر ریزاندامکان، آنزیم‌ها نیز باعث تغییرات زیادی در غذا می‌شوند. عواملی مانند دما، pH، رطوبت و ساختار زیستی ریزاندامکان بر فعالیت ریزاندامکان و نیز فعالیت‌های آنزیمی تأثیرگذار هستند.

ایمنی و سلامت غذا بسیار وابسته به حضور و عملکرد ریزاندامکان و آنزیم‌های موجود است. گوشتی که در بسته‌بندی غیرایمن و شرایط نامناسب نگهداری شود، توسط آنزیم‌ها دستخوش تغییرات زیادی می‌شود و ریزاندامکان به سرعت آن را به فساد می‌کشانند.

عملکرد آنزیم‌ها و ریزاندامکان همیشه منفی نیست و تأثیرات مثبتی نیز بر مواد غذایی و نیز تولید محصولات جدید و متنوع دارند.

به‌علاوه، عوامل بیماری‌زای زیادی، شامل باکتری‌ها و ویروس‌ها و سموم میکروبی، توسط غذا منتقل می‌شوند.



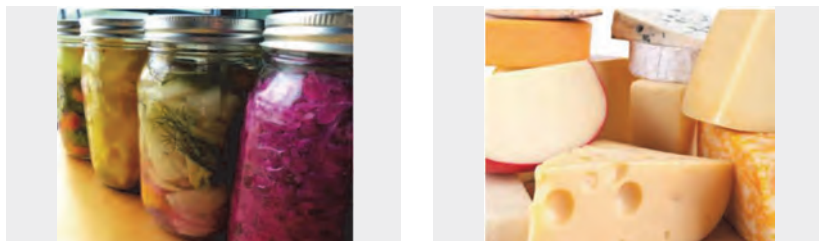
شکل ۲۰- فساد مواد غذایی ناشی از تأثیر ریزاندامکان

## اثر ریزاندامکان بر مواد غذا

ریزاندامکانی که همراه غذا وجود دارند، می‌توانند باعث وقوع دو اتفاق در غذا به شرح ذیل شوند:

۱ غذا را به فساد بکشانند؛

۲ باعث ایجاد فراورده‌های جدید و مفید در آن شوند (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- تولید فراورده‌های غذایی جدید مانند پنیر با استفاده از ریزاندامکان و ترش‌جات

ریزاندامکان در کنش و واکنش با اجزای غذا نظیر پروتئین‌ها، مواد چرب و کربوهیدرات‌ها، ترکیبات جدید تولید می‌کنند که باعث فساد غذا می‌گردد و یا با تغییرات آنزیمی و شکستن مولکول‌ها، باعث ایجاد طعم جدید می‌شوند. بنابراین آنها دارای دو نقش مفید و مضر هستند که در جدول ۷ خلاصه شده‌است.

جدول ۷- تأثیرات مفید و مضر ریزاندامکان در غذا

تأثیرات مفید	تأثیرات مضر
تولید زیست‌شناختی غذای جدید	ایجاد بیماری‌ها
حفاظت غذا به روش فیزیولوژیک	فساد مواد غذایی
پروبیوتیک <sup>۱</sup>	-

## تأثیرات مفید

**تولید زیست‌شناختی محصولات جدید:** در این فرایند توسط ریزاندامکان مفید غذاهای مختلف تخمیری مانند ماست، نان، پنیر تولید می‌شوند. به علاوه آنزیم‌های تولیدشده توسط میکروب‌ها برای تولید غذا و افزودنی‌های غذا استفاده می‌شوند.

**حفاظت غذا به روش فیزیولوژیک:** در این روش عوامل فساد و بیماری‌زای مواد غذایی توسط برخی ریزاندامکان کنترل می‌شود و از بین می‌رود. باکتری‌های لاکتیک‌اسید<sup>۲</sup> معمول‌ترین نوع باکتری با خواص منحصر به فرد و بدون ضرر برای بدن انسان هستند که در محصولاتی مانند ماست، شیر و پنیر پروبیوتیک با رهاسازی مواد ضدباکتری نظیر لاکتیک‌اسید، استیک اسید و هیدروژن پراکسید مانع فساد مواد غذایی می‌شوند و از رشد عوامل بیماری‌زا در غذا جلوگیری می‌کنند و به‌علاوه تأثیرات مثبت بر سامانه گوارش انسان دارند.

۱- Probiotic

۲- Lactic Acid Bacteria (LAB)



## پروبیوتیک‌ها

دسته‌ای از باکتری‌های مفید هستند که برای عملکرد بهتر سامانه گوارشی و نیز تولید محصولات مفید برای بدن به غذاها افزوده می‌شوند.

بیشتر بدانید



مثال‌هایی از پروبیوتیک‌های غذا عبارت‌اند از:  
باکتری‌های لاکتوباسیلیوس/سیدوفیلوس<sup>۱</sup> و بیفیدوس<sup>۲</sup> که به شیر خشک کودکان افزوده می‌شود.  
ماست‌های پروبیوتیک با افزودن باکتری‌های لاکتوباسیلیوس بولگاریکوس<sup>۳</sup> و استرپتوکوکوس<sup>۴</sup> تولید می‌شوند و پنیر پروبیوتیک با افزودن باکتری لاکتوباسیلیوس<sup>۵</sup> تولید می‌شود.

## تأثیرات مضر:

**ایجاد بیماری:** در فرایند تولید غذا از مزارع تا انتقال به دست مصرف‌کننده ممکن است عوامل بیماری‌زای زیادی مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها وارد غذا شوند و پس از مصرف آن باعث بیماری شوند. برای مثال، سالمونلا موجب عفونت غذایی می‌شود.

**فساد مواد غذایی:** باکتری‌ها مواد غذایی را مصرف می‌کنند و محصولات ناخواسته‌ای تولید می‌نمایند که باعث فساد ماده غذایی می‌شود و به‌علاوه می‌توانند با تغییرات آنزیمی باعث تغییرات مولکولی در مواد چرب، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها گردند و محصولات سمی و ناخواسته تولید کنند که باعث ایجاد طعم و بوی بد و فساد ماده غذایی می‌شود. برای مثال، اگر شرایط نگهداری گوشت مناسب نباشد و آلوده شود، ابتدا فساد سطحی رخ می‌دهد و باعث تغییر رنگ آن و ایجاد یک طبقه چسبناک و لزج در سطح گوشت می‌شود که در صورت پیشرفت فساد طعم نامطلوب در گوشت ایجاد می‌کنند. چنانچه فساد گوشت ادامه پیدا کند، توسط باکتری‌های بی‌هوازی فساد عمقی ایجاد می‌شود که شدیدتر از نوع سطحی است بر خلاف فساد سطحی، قابل اصلاح نیست. در نتیجه تجزیه پروتئین‌ها و چربی‌ها توسط آنزیم‌ها، رنگ و بوی گوشت تغییر می‌کند.

فیلم آموزشی



فساد نان

۱- Lacto Bacillus Acidophilus

۲- Bifidus

۳- Lactobacillus bulgaricus

۴- Streptococcus

۵- Lactobacillus

## عوامل مؤثر بر رشد ریزاندامکان در غذا

عوامل مؤثر بر رشد ریزاندامکان در غذا به دو دسته عوامل درونی و بیرونی تقسیم‌بندی می‌شوند. عوامل درونی مؤثر بر رشد ریزاندامکان: عوامل درونی مؤثر عبارت‌اند از pH، محتوای رطوبت، محتوای مواد مغذی غذا، مواد ضدباکتری، ساختار زیستی.

### pH

بیشتر باکتری‌ها در pH خنثی یا کمی بازی بین ۶٫۸ تا ۷٫۵ رشد می‌کنند و در محیط‌های اسیدی و بازی شدید می‌میرند. سایر ریزاندامکان مخصوصاً مخمرها و قارچ‌ها و برخی دیگر از باکتری‌ها در دامنه وسیعی از pH رشد می‌کنند. قارچ‌ها در pH بین ۱٫۵ تا ۱۱ و مخمرها از pH ۱٫۵ تا ۸٫۵ رشد می‌کنند. جدول ۸ pH برخی مواد غذایی را نشان می‌دهد.

جدول ۸ - pH برخی مواد غذایی

ماده غذایی	گستره pH
گوشت	۵٫۱ تا ۶٫۲
مرغ	۶٫۲ تا ۶٫۴
شیر	۶٫۳ تا ۶٫۸
پنیر	۴٫۹ تا ۵٫۹
ماهی	۶٫۶ تا ۶٫۸
میوه‌جات شیرین	بیش از ۴٫۵
سبزیجات	۳ تا ۶٫۱

**محتوای رطوبت:** رشد ریزاندامکان و رخ دادن واکنش‌های شیمیایی و میکروبی نیازمند آب است و از این روی محتوای آب آزاد یا همان فعالیت آب تعیین‌کننده فعالیت ریزاندامکان است. اگر آب آزاد موجود در غذا پایین‌تر از حد معینی باشد، رشد ریزاندامکان محدود می‌شود.

**محتوای مواد مغذی غذا:** ریزاندامکان به چربی، کربوهیدرات، پروتئین، آب، انرژی، نیتروژن، فسفر، گوگرد، ویتامین‌ها و مواد معدنی برای تکثیر و رشد نیاز دارند. برخی از غذاها مانند شیر، گوشت و تخم مرغ با غنی بودن از این مواد، محیط مناسب‌تری برای رشد ریزاندامکان هستند و به همین دلیل برای فساد مساعدترند.

**مواد ضدباکتری:** وجود مواد ضدباکتری در غذا مانع رشد و تکثیر باکتری‌ها می‌شود. برخی از غذاها مانند آب انار حاوی مواد شیمیایی زیادی مانند فلاونوئیدها<sup>۱</sup>، تانن<sup>۲</sup>، آنتوسیانین‌ها<sup>۳</sup> و پروآنتوسیانین‌ها<sup>۴</sup> هستند که به‌طور طبیعی غذا را محافظت می‌کنند. این مواد با دادن یک هیدروژن به رادیکال‌های آزاد شده ناشی از فرایند اکسایش، رادیکال را بی‌اثر می‌کنند و مانع رخ‌دادن واکنش زنجیره‌ای اکسایش می‌شوند. به برخی از غذاها نیز مواد ضدباکتری مانند سدیم‌بنزوات برای محافظت از آنها افزوده می‌شود.

نکته ایمنی



در تمامی آزمایش‌هایی که با ریزاندامکان و فساد مواد غذایی مرتبط هستند، امکان رشد و تکثیر عوامل بیماری‌زا وجود دارد. از این روی از لوازم حفاظتی مناسب و ماسک استفاده کنید و مواد فاسد شده را لمس نکنید، نچشید و بدون ماسک و طولانی‌مدت بو نکنید.

## فعالیت عملی ۱۶



### بررسی کیفی رشد ریزاندامکان در ماده غذایی

مواد و وسایل مورد نیاز	
چند نمونه آب‌میوه طبیعی و تازه سدیم‌بنزوات	ترازو ظرف استریل دردار، چند عدد

### روش کار:

- ۱ دو نمونه یکسان آب‌میوه طبیعی و تازه تهیه کنید و در ظرف استریل دردار بریزید و در آنها را ببندید.
- ۲ به یکی از بطری‌ها به ازای هر کیلوگرم آب‌میوه ۲ گرم سدیم‌بنزوات بیفزایید.
- ۳ هر دو بطری را در شرایط یکسان قرار دهید و پس از یک هفته با یکدیگر مقایسه کنید.
- کدام بطری دچار فساد بیشتری شده است؟
- سدیم‌بنزوات چه نقشی ایفا می‌کند؟

**ساختار زیستی:** ساختار زیستی برخی مواد غذایی به‌گونه‌ای است که مانع نفوذ باکتری‌ها می‌شود و از این روی، آنها محافظت می‌شوند. پوست میوه‌جات و پوسته تخم‌مرغ مثالی از این ساختار است که ماده غذایی را از حملات میکروبی محافظت می‌کنند.

۱- Flavonoids

۲- Tannin

۳- Anthocyanins

۴- Proanthocyanins

**عوامل بیرونی مؤثر بر رشد ریزاندامکان:** این عوامل شامل دمای نگهداری غذا، حضور و غلظت گازها در محیط و رطوبت نسبی محیط نگهداری است.

#### دمای نگهداری غذا:

رشد ریزاندامکان به دمای محیط وابسته است. برخی از آنها در دمای خاصی رشد می‌کنند و برخی در همان دما قابلیت رشد ندارند. ریزاندامکان براساس دمای بهینه رشد به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند که عبارت‌اند از:

۱- **ریزاندامکان سایکروفیلیک<sup>۱</sup>:** بهترین دمای رشد این ریزاندامکان ۲۰ درجه سلسیوس است اما تا دمای منفی ۱۰ درجه سلسیوس در صورتی که انجماد رخ ندهد، قادر به رشد هستند. این نوع از ریزاندامکان در دمای پایین باعث فساد مواد غذایی می‌شوند. برخی از ریزاندامکان موجود در خاک و آب از این گونه هستند.

۲- **ریزاندامکان مزوفیلیک<sup>۲</sup>:** این ریزاندامکان در دمای بین ۲۵ تا ۴۰ درجه سلسیوس رشد می‌کنند. بهترین دما برای رشد آنها ۳۷ درجه سلسیوس است و هیچ‌کدام از آنها در دمای بالاتر از ۴۵ و کمتر از ۵ درجه سلسیوس زنده نمی‌مانند. بیشتر باکتری‌های بیماری‌زا متعلق به این گروه هستند.

۳- **ریزاندامکان ترموفیلیک<sup>۳</sup>:** این دسته از ریزاندامکان در دمای بیشتر از ۴۵ درجه سلسیوس رشد می‌کنند و بهترین دمای رشد آنها بین ۵۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس است. برخی از آنها مانند سینکوکوکوس<sup>۴</sup> در دمای ۷۴ درجه سلسیوس نیز به رشد خود ادامه می‌دهند. این دسته از ریزاندامکان برای تهیه غذاهای فراوری شده مفیدند.

## فعالیت عملی ۱۷



### بررسی دمای محیط بر فساد مواد غذایی

#### روش کار:

دو ظرف دردار و دو عدد تخم‌مرغ تهیه کنید و هر کدام از تخم‌مرغ‌ها را در یک ظرف بشکنید. در ظرف‌ها را ببندید و یکی را در محیط یخچال و دیگری را در محیط معمولی نگهداری کنید و پس از یک هفته آنها را با یکدیگر مقایسه کنید.

■ کدام یک دچار فساد بیشتری شده است؟

■ چه عامل یا عواملی باعث فساد بیشتر گردیده است؟

۱- Psychrophilic

۲- Mesophilic

۳- Thermophilic

۴- Synechococcus

## حضور و غلظت گازها در محیط

رشد ریزندامکان به حضور و غلظت گازها در محیط ماده غذایی وابسته است. ریزندامکان مختلف برای حیات ممکن است به غلظت بالای اکسیژن (هوازی<sup>۱</sup>)، غلظت کم اکسیژن (ریزهوازی<sup>۲</sup>) و یا غیاب اکسیژن (ناهوازی<sup>۳</sup>) نیاز داشته باشند. برخی از ریزندامکان نیز در حضور و غیاب اکسیژن رشد می کنند که به این دسته ناهوازی اختیاری<sup>۴</sup> می گویند. بنابراین ریزندامکان براساس نیاز به اکسیژن به چهار گروه تقسیم بندی می شوند:

- ۱- **هوازی:** این ریزندامکان در حضور هوا و اکسیژن خالص رشد می کنند و تنفس هوازی دارند.
- ۲- **ریزهوازی:** این دسته در غلظت اکسیژن کمتر از ۵ درصد رشد می کنند.
- ۳- **بی هوازی:** این دسته برای رشد نیاز به اکسیژن ندارند و در صورت غیاب هوا حتی در بسته بندی مواد غذایی رشد می کنند. این ریزندامکان در حضور اکسیژن هوا می میرند.
- ۴- **بی هوازی اختیاری:** این دسته در حضور یا غیاب هوا رشد می کنند و در غیاب اکسیژن فعالیت آنها بی هوازی می شود.

### رطوبت نسبی محیط نگهداری غذا

منظور از رطوبت نسبی عبارت از میزان بخار آب موجود در محیط نگهداری غذا است. غذاهای با فعالیت آب پایین در محیط مرطوب آب جذب می کنند و با بالا رفتن فعالیت آب آنها مستعد فساد و رشد ریزندامکان می شوند. برای مثال، دانه های غلات در هوای مرطوب آب جذب می کنند و دچار فساد می شوند.

## فعالیت عملی ۱۸



### بررسی اثر رطوبت در نگهداری مواد غذایی

#### روش کار:

- دو قطعه نان تهیه کنید. یک قطعه را به مدت یک ساعت در دمای ۹۰ درجه سلسیوس درون آون قرار دهید تا کاملاً خشک و شکننده شود.
- هر دو قطعه نان را در کیسه های پلاستیکی جداگانه قرار دهید و در آن را ببندید. سپس در شرایط یکسان نگهداری کنید و پس از یک هفته آنها را با یکدیگر مقایسه کنید.
- کدام یک دچار فساد بیشتری شده است؟
- دلایل مؤثر در فساد بیشتر نمونه نان را بیان کنید.

۱- Aerobic

۲- Microaerobic

۳- Anaerobic

۴- Facultative Anaerobe

## پیش پایانی

- ۱ غذای سالم و مناسب را تعریف کنید.
- ۲ کنترل کیفیت چیست؟
- ۳ دو مورد از وظایف سامانه مدیریت کیفیت را بنویسید.
- ۴ وظیفه بخش کنترل کیفیت در صنایع غذایی چیست؟
- ۵ راه‌های ورود خطرات شیمیایی، فیزیکی و زیست‌شناختی به یک کارخانه مواد غذایی کدام‌اند؟
- ۶ مراحل کنترل کیفیت فیزیکی، شیمیایی و زیستی را نام ببرید.
- ۷ اجزای اصلی مواد غذایی را نام ببرید.
- ۸ نقش و اهمیت آب در مواد غذایی را شرح دهید.
- ۹ منظور از جریان‌پذیری مواد غذایی چیست؟
- ۱۰ چه عواملی بر گران‌روی مواد غذایی تأثیر می‌گذارند؟ نام ببرید.
- ۱۱ هرم تغذیه چیست؟
- ۱۲ چه تفاوت عمده‌ای بین چربی‌های گیاهی و حیوانی وجود دارد؟
- ۱۳ خواص شیمیایی مواد چرب را شرح دهید.
- ۱۴ عدد صابونی چیست و چه چیزی را در مورد روغن‌ها نشان می‌دهد؟
- ۱۵ انواع ویتامین‌ها را براساس حل‌پذیری نام ببرید.
- ۱۶ کربوهیدرات چیست؟ به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ نام ببرید.
- ۱۷ عوامل مؤثر بر فعالیت ریزندامکان و آنزیم‌ها را نام ببرید.

## ارزشیابی شایستگی آزمایش‌های کنترل کیفیت مواد غذایی

### شرح کار:

چگونگی استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی را بداند و کار داده‌شده را با دقت انجام دهد.  
هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند.  
پس از انجام کار، وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.

### استاندارد عملکرد:

انجام آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی کنترل کیفیت مواد غذایی طبق استاندارد

### شاخص‌ها:

- رعایت مسائل ایمنی هنگام کار
- انجام کار طبق دستور کار

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط مکان: آزمایشگاه  
شرایط دستگاه: آماده به کار  
زمان: یک جلسه آموزشی  
ابزار و تجهیزات: وسایل شیشه‌ای آزمایشگاهی، چگالی‌سنج، لاکتودانسیتوتر، آون، خشکانه، ترازو، دستگاه سوکسله

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنجار
۱	به‌کارگیری مفاهیم کنترل کیفیت در مواد غذایی	۱	
۲	انجام آزمایش‌های فیزیکی کنترل کیفیت در مواد غذایی	۱	
۳	انجام آزمایش‌های شیمیایی کنترل کیفیت در مواد غذایی	۲	
۴	انجام آزمایش‌های زیست‌شناختی کنترل کیفیت در مواد غذایی	۱	
<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱- ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>۲- نگرش: صرفه‌جویی</p> <p>۳- توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش</p> <p>۴- شایستگی‌های غیر فنی: ۱- اخلاق حرفه‌ای ۲- مدیریت منابع ۳- محاسبه و کاربست ریاضی</p> <p>۴- مستندسازی: گزارش‌نویسی</p>			
میانگین نمرات		۲	*

\* حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.



- ۱ برنامه درسی درس عملیات کنترل کیفیت در صنایع شیمیایی، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۲ آبرومند، علی. (۱۳۸۹). بیوشیمی و شیمی مواد غذایی. انتشارات علم کشاورزی ایران.
- ۳ ابراهیمی ذاکر، داوود. (۱۳۹۴). آب، فاضلاب و تصفیه. (چاپ اول). تهران: انتشارات یزدا.
- ۴ ادیب فر، اکبر. (۱۳۸۹). شیرین‌سازی آب: مبانی و روش‌ها. (چاپ اول). تهران: انتشارات پندار پارس.
- ۵ برشا، ارنستس، مایزلیش و تورک. شیمی عمومی جلد ۲. ترجمه: هیأت مترجمان (۱۳۶۳). تهران: انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.
- ۶ بیرق‌دار، احسان. (۱۳۹۵). مقدمه‌ای بر تصفیه فاضلاب. (چاپ اول). تهران: انتشارات آینده دانش.
- ۷ پیکری، محمود و مهربانی، ارجمند. (۱۳۹۱). مبانی تصفیه آب. (چاپ پنجم). اصفهان: انتشارات ارکان دانش.
- ۸ پی‌آراو، سوچی. اچ خلیلی، ای‌وی ساهلان. ارزشیابی مواد خوراکی. ترجمه: علی اصغر ساکی و زهرا مانی. (۱۳۹۰). همدان: نشر دانشگاه بوعلی سینا
- ۹ ج. فونتانا، مارس. مهندسی خوردگی. ترجمه: احمد ساعتچی (۱۳۸۶). (ویرایش سوم. چاپ ششم). اصفهان: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
- ۱۰ چالکش امیری، محمد. (۱۳۹۴). اصول تصفیه آب. (چاپ یازدهم). اصفهان: انتشارات ارکان دانش.
- ۱۱ حسینیان، مرتضی. (۱۳۸۷). اصول تصفیه آب: (تئوری - طراحی). (چاپ چهارم). تهران: انتشارات فنی حسینیان.
- ۱۲ حسینی، زیبا. (۱۳۸۶). روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. شیراز: مرکز نشر دانشگاه شیراز.
- ۱۳ دانشور، نظام‌الدین. (۱۳۸۸). شیمی تصفیه آب و پساب‌های صنعتی. (چاپ اول). تبریز: انتشارات عمیدی.
- ۱۴ زارع، فرهاد. حبیب‌اللهی، سعید و صلواتی، حسین. (۱۳۸۷). شیمی عمومی ۲. تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۱۵ زمانیان، رحیم. (۱۳۸۵). خوردگی و روش‌های کنترل آن. تهران: انتشارات دانشگاه تهران. (چاپ چهارم).
- ۱۶ سریل، ساهین. سروت گولوم، سومنو. ویژگی‌های فیزیکی مواد غذایی. ترجمه: مهدی کاشانی‌نژاد و مهدی جعفری. (۱۳۸۹). ناشر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی
- ۱۷ عباسی، سلیمان. (۱۳۸۶). رئولوژی مواد غذایی بافت و گران‌روی مواد غذایی: مفهوم و اندازه‌گیری. انتشارات مرز دانش.
- ۱۸ کرمی، حسن و قاسمی‌میر، شهرام. (۱۳۹۲). خوردگی فلزات. تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۱۹ گل‌عذار، محمدعلی. (۱۳۸۰). آزمون‌های آزمایشگاهی خوردگی و حفاظت، همراه با سؤال و تمرین. اصفهان: نشر ارکان.

- ۲۰ مفیدی، جمشید. (۱۳۷۷). اصول خوردهی و حفاظت فلزها. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲۱ منصف خوش حساب، زهرا و هشیار، زری. (۱۳۹۱). آزمایشگاه خوردگی فلزات. تهران: انتشارات دانشگاه پیام.
- ۲۲ مورتیمر، چارلز. شیمی عمومی (شیمی با نگرش مفهومی) جلد دوم. ترجمه: منصور عابدینی و احمد خواجه نصیر طوسی (۱۳۶۳). تهران: انتشارات مرکزی نشر دانشگاهی.
- ۲۳ میرزایی، حبیب‌الله. (۱۳۸۸). روش‌های آزمون شیمیایی مواد غذایی. تهران: انتشارات علم کشاورزی ایران
- ۲۴ نوئل، میل و اگانام - روگر، ریکسوم. مواد افزودنی شیمیایی بتن. ترجمه: علیرضا صالحین و رضا عسگری اصل (۱۳۹۲). تهران: انتشارات دانشگاهی فرهنگ
- ۲۵ ویدا پروانه. (۱۳۷۷). کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. انتشارات: دانشگاه تهران
- ۲۶ هافمن. تکنولوژی جامع لاستیک. ترجمه: مریم ابانی، پیمان ابراهیمی، پروین اسلامی و زهرا عابدینی (۱۳۸۷). تهران: توسط شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک و شرکت ایران یاسا تایر و رابر
- ۲۷ Alli, I. (2004). Food Quality Assurance: Principles and Practices. CRC Press, Boca Raton.
- ۲۸ D.C, Harris. (1997). Exploring Chemical Analysis. W.H.Freeman & Company
- ۲۹ Douglas A, Skoog & Donald M. West. (1976). Fundamentals of Analytical Chemistry. 3rd Edition. Holt, Rinehart and Winston.
- ۳۰ Douglas A. Skoog, Donald M. West, James F. Holler and Stanley R. Crouch. (2004). Fundamentals of Analytical Chemistry. 8th Edition, Thomson, Brooks/Cole Publishing Co.
- ۳۱ Douglas A. Skoog, Donald M. West. James F. Holler & Stanley R. Crouch. (2000). Analytical Chemistry: An Introduction, 7th Edition, Thomson, Brooks/Cole Publishing Co.
- ۳۲ Dongfeng, Wang. Hong, Lin. Jianqian, Kan. Lin, weiliu. Xiaoxing, Zeng. & Shengrong, Shen. (2012). Food Chemistry. Nova Science Publishers. Inc. New York.
- ۳۳ Ebnesajjad, Sina. (2008). Adhesives technology handbook. 2th edition. USA: William Andrew Inc.
- ۳۴ Harris, D.C. (2002). Quantitative Chemical Analysis, 6th Ed., New York: W.H. Freeman and Co.
- ۳۵ Hasenhuettl, G.L. & Hartel, R.W. (2008). Food Emulsifiers and their Applications. Second edition. Springer Press. 281,384.
- ۳۶ Henry F. Holtzclaw, Jr. & William R. Robinson. (1988). General Chemistry. 8th Edition. D.C. Heath and Company.

- ٣٧ Horst, Surburg. & Johannes, Panten. (2006). Common Fragrance and Flavor Materials. Preparation, Properties and Uses. 5th Ed. Weinheim (Germany): WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA,
- ٣٨ Kirk, othmer. (1978). Encyclopedia of chemical technology 3rd edition. Volume2. Toronto (Canada): wiley interscience publication.
- ٣٩ Leslie R. Rudnick. (2017). Lubricant Additives: Chemistry and Applications.3rd edition.USA: CRC Press
- ٤٠ Titus A. M. Msagati.(2012). The Chemistry of Food Additives and Preservatives. USA: John Wiley & Sons, Inc.



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 شرکت کننده در اعتبارسنجی کتاب کنترل کیفیت در صنایع شیمیایی – کد ۲۱۲۵۲۱

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	اعظم یوسفی	شهر تهران	۱۵	نادره غفاری بناب	آذربایجان شرقی
۲	بهناز سامی	فارس	۱۶	حسن بشیریان	همدان
۳	سمیه باقری وائائی	چهارمحال و بختیاری	۱۷	محمد رضا شاهسون	شهرستان های تهران
۴	سید مهدی موسوی	خراسان رضوی	۱۸	اکرم قربانی	گیلان
۵	محمود رسولی	مرکزی	۱۹	مجتبی شارع ملا شاهی	سیستان و بلوچستان
۶	فرشید محامدی	هرمزگان	۲۰	حمید کاظمی	آذربایجان غربی
۷	اسدالله امیدی بیرگانی	خوزستان	۲۱	طاهره حقی	لرستان
۸	سمانه صنوبری	خراسان رضوی	۲۲	محمود زنگنه	همدان
۹	محمد داننده	اردبیل	۲۳	احمد مرسلی	زنجان
۱۰	مجید پناهنده	بوشهر	۲۴	علی جلیلیان	کرمانشاه
۱۱	محمد صالح صدیقی	قزوین	۲۵	حامد چناری	ایلام
۱۲	محسن هادیان	اصفهان	۲۶	شهرزاد جورابلو	سمنان
۱۳	مسعود آری	گیلان	۲۷	زینت باقری تبار	قم
۱۴	زهرا علیپور	قزوین	۲۸	فرهاد همتی	آذربایجان شرقی