

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# صنایع غذایی

رشته‌های صنایع غذایی - امور دامی

گروه تحصیلی کشاورزی

زمینه کشاورزی

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۴۶۲۷

۶۶۴	صنایع غذایی. - [ویرایش دوم] / بازسازی و تجدیدنظر : کمیسیون تخصصی رشته
۸۶۴ ص /	صنایع غذایی. - تهران : شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران، ۱۳۹۱.
۱۳۹۱	۱۱۳ص. : مصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای : شماره درس ۴۶۲۷)
	متون درسی رشته‌های صنایع غذایی - امور دامی گروه تحصیلی کشاورزی، زمینه کشاورزی.
	برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی
	رشته صنایع غذایی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزشهای فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.
	۱. مواد غذایی - صنعت و تجارت. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر
	برنامه‌ریزی و تألیف آموزشهای فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ب. عنوان. ج. فروست.

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز:

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی  
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزشهای  
فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

info@tvoccd.sch.ir

پیام‌نگار (ایمیل)

www.tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزشهای فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب: صنایع غذایی - ۳۵۷/۹

بازسازی و تجدید نظر: کمیسیون تخصصی رشته صنایع غذایی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: اداره کل چاپ و توزیع کتابهای درسی

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت: www.chap.sch.ir

صفحه‌آرا: فائزه محسن شیرازی

طراح جلد: علیرضا رضائی‌گر

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش)

تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه: شفق

سال انتشار: ۱۳۹۱

حق چاپ محفوظ است.

شابک X-۸۴۲-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-0842-X



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب پرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشریف»

# فهرست مطالب

مقدمه

۱	فصل اول - اهمیت غذا، تغذیه و صنایع غذایی
۵	نقش صنایع غذایی در توسعه کشاورزی
۵	نقش صنایع غذایی در توسعه اقتصادی
۷	فصل دوم - اجزای تشکیل دهنده مواد غذایی
۸	۱- روغنها و چربیها
۹	۲- کربوهیدراتها
۱۱	۳- پروتئینها
۱۲	۴- آب
۱۴	۵- عناصر معدنی
۱۴	۶- ویتامینها
۲۰	فصل سوم - عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی
۲۱	الف - فساد
۲۱	ب - آلودگی
۲۱	پ - سمیت مواد غذایی
۲۲	مهمترین عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی
۲۲	۱- میکروارگانیسمها
۲۵	۲- آنزیمهای طبیعی مواد غذایی
۲۶	۳- واکنشهای حیاتی یا متابولیکی
۲۷	۴- آفات انباری و حشرات
۲۸	۵- جوندگان

## فصل چهارم - اصول و روشهای نگهداری و تبدیل مواد غذایی

- ۳۱  
۳۲  
۳۵  
۴۴  
۴۹  
۵۹  
۶۰  
۶۱  
۶۴  
۶۶  
۶۸  
۷۲  
۷۲  
۸۹
- ۱- انبار کردن مواد غذایی
  - ۲- نگهداری غذا با استفاده از گرما
  - ۳- نگهداری مواد غذایی با سرما
  - ۴- خشک کردن مواد غذایی
  - ۵- تغلیظ
  - ۶- استفاده از نمک برای نگهداری مواد غذایی
  - ۷- دود دادن مواد غذایی
  - ۸- استفاده از اشعه یونیزه برای نگهداری مواد غذایی
  - ۹- استفاده از تخمیر برای نگهداری مواد غذایی
  - ۱۰- استفاده از مواد شیمیایی برای نگهداری مواد غذایی
- برخی از روشهای تبدیل مواد غذایی
- ۱- شیر و فرآورده‌های آن
- تکنولوژی فرآورده‌های گوشت

## فصل پنجم - بهداشت در صنایع غذایی

- ۹۸  
۹۹  
۱۰۲  
۱۰۲  
۱۰۴  
۱۰۴  
۱۰۵  
۱۰۷  
۱۱۰
- الف - راههای آلودگی مواد غذایی
  - ب - میکروارگانیسمهای معرف آلودگی
  - پ - شرایط رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمها
  - ت - ساختمان بیولوژیکی
  - ث - اثر سینرژیسم و آنتاگونیسم
  - ج - ضد عفونی و استریلیزاسیون در صنایع غذایی
  - ح - بهداشت کارکنان
- جمع‌آوری ، دفع زباله و فاضلاب کارخانه‌ها

غذا و تغذیه از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر زیست موجودات زنده هستند. این دو، از پدیده‌هایی هستند که از بدو خلقت موجودات زنده تا آخرین لحظه زندگی با آنها همراه‌اند. بنابراین، سابقه‌ای برابر تاریخ تمدن بشر دارند. از انسانهای اولیه گرفته تا بشر امروزی بخش عمده‌ای از تلاش و فعالیت‌های فیزیکی و مغزی خود را صرف تدارک و تأمین مواد غذایی نموده و می‌نمایند و نتیجه این تلاش همیشگی میلیاردها انسان در طول دوران زندگی خود، مجموعه دانش فنی امروزی، درباره غذا، تغذیه و صنایع غذایی است و به همین جهت در فرهنگ دینی و ملی کشور ما و سایر کشورهای دنیا مطالب زیادی درباره آن گفته شده که چند نمونه از آن در ذیل آورده می‌شود.

بوعلی سینا دانشمند بزرگ ایرانی، بیش از هزار سال پیش گفته است:

«مَهْمَا قَدَّرْتَ أَنْ تُعَالِجَ بِالْأَعْذِيَةِ فَلَا تُعَالِجُ بِالْأَدْوِيَةِ»

منظور این که برای معالجه و درمان بیماریها حتی الامکان باید از مواد غذایی استفاده شود و اگر برای درمان نوعی بیماری غذای مناسب وجود دارد نباید به دادن دارو مبادرت شود. در فرهنگ کشورهای اروپایی آمده است که «ما آنیم که می‌خوریم» زیرا در واقع آنچه ما می‌خوریم یکی از عوامل شکل دهنده جسم و روان و تا حدودی شخصیت ماست البته عوامل دیگری هم در این امر دخالت دارند اما آنچه مسلم است، این که:

تغذیه سالم مساوی است با سلامت جسم و روان، شادابی و طراوت و بهره‌مندی از زندگی سالم و با نشاط و مؤثر در جهت خدمت به میهن و مردم.

تغذیه ناسالم مساوی است با بهم خوردن تعادل بدن، بروز بیماریهای مختلف، ناتوانی و ضعف جسمی و روانی، کم شدن بهره‌وری جسمی و روحی و در نهایت، سربار جامعه شدن فرد و اما در زمان ما، غذا و تغذیه چنان ابعاد گسترده‌ای از تنوع و پدیده‌های تشکیل دهنده آن به خود گرفته است که هیچ‌کس را یارای جولان در عرصه پهنای آن نیست لیکن برای رسیدن به این مرحله، مسیری طولانی سپری شده است. زمانی، بزرگترین مشکل انسان دسترسی به غذا از هر نوع و با هر کیفیتی بوده است و زمانی که شیوه صید، شکار و کشاورزی را فراگرفت و توانست غذای کافی و گاهی بیش از حد مورد نیاز تولید کند مرحله انتخاب و استفاده در غذای بهتر آغاز گردید و بشر توانست به کمیّت و کیفیت غذای خود پردازد؛ تا این مرحله، منظور از «کیفیت»، دسترسی به غذاهای خوشمزه‌تر، خوش‌رنگ‌تر و دارای بافت مناسب‌تر بود که هنوز هم بعضی از مردم کشورهای مختلف دنیا از آن محروم هستند. سرانجام در کشورهایی که مشکل کمیّت و کیفیت را حل کرده‌اند مرحله جدید و تلقی تازه‌ای از غذا ارایه شده که عبارت است از پرداختن به ارزش‌حیاتی غذاها. چه، ممکن است غذای کافی با کیفیت مطلوب برابر معیارهای شناخته شده، در دسترس باشد اما نتواند سلامت کامل را برای مصرف کننده به ارمغان آورد.

## هدف کلی

آشنایی فراگیران با مفاهیم، اصطلاحات، اصول و اهمیت صنایع غذایی



### اهمیت غذا، تغذیه و صنایع غذایی

هدفهای رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- اهمیت غذا، تغذیه و صنایع را توضیح دهد.
- ۲- تأثیر تغذیه سالم و مضرات تغذیه ناسالم بر بدن را شرح دهد.
- ۳- نقش صنایع غذایی در توسعه کشاورزی را بیان نماید.
- ۴- نقش صنایع غذایی در توسعه اقتصادی را شرح دهد.

### ۱- اهمیت غذا، تغذیه و صنایع غذایی

به دلیل نقش و اهمیت بسیار ارزنده‌ای که غذا در تأمین سلامت و شادایی انسان به عهده دارد، از سال ۱۹۴۵ میلادی، در تمام دنیا روز ۱۶ اکتبر مصادف با ۲۵ مهرماه، به نام «روز جهانی غذا» نامگذاری شده است. هر سال یکی از مسایل غذا و تغذیه در این روز مورد توجه بیشتر قرار می‌گیرد تا اذهان دانشمندان، کارشناسان و مردم به آنها جلب شود و از تمام امکانات، ابتکارات و اکتشافات برای مبارزه علیه گرسنگی و سوء تغذیه استفاده گردد.

در گذشته نه چندان دور، جنگ، خشکسالی، آفات گیاهی، بلایای طبیعی و بیماریهای واگیر موجب بروز سوء تغذیه، گرسنگی و قحطی می‌شد. اما اینک، این عوامل تا حد زیادی کنترل شده‌اند و به جای آنها عامل خطرزای دیگری زندگی انسانها را به مخاطره انداخته و آن افزایش بی‌رویه یا به قولی انفجار جمعیت و عامل ناامنی غذایی است.

بر هم خوردن تعادل بین تولیدات کشاورزی و رشد جمعیت، دانشمندان و اندیشمندان بسیاری را به تفکر واداشته تا از قحطی و گرسنگی جلوگیری نمایند؛ در این باره، کارهای زیادی صورت گرفته و نظریه‌ها و تئوریهای فراوانی ارائه گردیده که برای نمونه به چند مورد از اقدامات انجام شده

اشاره می‌گردد.

**نظریه‌ها:** در سال ۱۷۹۸ م. کشیشی انگلیسی به نام مالتوس<sup>۱</sup> گفت که از این پس، افزایش جمعیت به صورت تصاعد هندسی و رشد تولیدات کشاورزی به صورت تصاعد حسابی خواهد بود و بروز قحطیهای عالمگیر اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین به هر صورت ممکن دولتها باید از رشد جمعیت جلوگیری نمایند. خوشبختانه در سایه تلاشهای بی‌وقفه دانشمندان دلسوز این پیش‌بینی درست از آب درنیامد و روشهای بهینه‌سازی تولیدات کشاورزی جایگزین روشهای سنتی شد و تولیدات کشاورزی، رو به افزایش گذاشت. از طرفی روشهای جدید پیشگیری از رشد جمعیت هم ارایه شده است اما این موارد نامحدود نیستند و هنوز هم خطر جدی است.

نظریه بعدی را اسپنسر<sup>۲</sup> ارایه نمود. وی معتقد بود که مجموع قوای هر موجود زنده از دو قسمت تشکیل می‌شود: یکی قوای حفظ ذات و دیگری قوای جنسی. هر چه بیشتر موجود زنده به قوای حفظ ذات بپردازد از قوای دومی او کاسته می‌شود و به همین جهت اسپنسر برای پیشگیری از قحطی و سوء تغذیه و ناامنی غذایی، بالا بردن سطح زندگی مردم را پیشنهاد نمود. وی معتقد بود که هر قدر سطح زندگی مردم بالاتر باشد به همان میزان از رشد جمعیت کاسته می‌شود و کم شدن آهنگ رشد جمعیت، افزایش سطح زندگی را ممکن می‌سازد و در سایه این اقدام خود به خود رفاه عمومی و تعدیل جمعیت بدون توسل به روشهای سخت و مقاومت برانگیز پیشگیری از رشد جمعیت، حاصل خواهد شد.

نظریه بعدی از سوی تعدادی از دانشمندان انسان دوست شرکت‌کننده در کلوپ رم ارائه شد که بر خلاف مالتوس اعتقاد داشتند که اگر امکانات موجود و بالقوه کره زمین به نحو مطلوبی مورد استفاده قرار گیرد مشکل قحطی، سوء تغذیه و ناامنی غذایی تا سالهای سال پیش نخواهد آمد. این گروه، برای حل مشکل مذکور، گسترش امکانات کشاورزی و صید را از یک طرف و جلوگیری از رشد ضایعات مواد غذایی را از طرف دیگر مورد توجه قرار داده و معتقدند که اگر مواد غذایی گیاهی به طور مستقیم به مصرف برسند بازدهی بیشتری دارند و بهتر است مصرف مواد غذایی و دامی، تا میزان حداقل مورد نیاز بدن کاهش یابد، چون مقدار غذایی که دام مصرف می‌کند ده برابر و گاهی پانزده برابر بیشتر از مقدار غذایی است که تولید می‌کند.

اقدام بعدی، پس از جنگ جهانی دوم و در سال ۱۹۴۵ صورت گرفت و آن تأسیس «سازمان خواربار و کشاورزی جهانی» (FAO) وابسته به سازمان ملل بود. روز تأسیس این سازمان بعدها به نام «روز جهانی غذا» نامیده شد. در این روز در تمام دنیا مراسمی درباره غذا و تغذیه برگزار می‌شود.

۱- Maltus

۲- Spencer



در این مراسم، وضع غذا و تغذیه از ابعاد ملی و بین‌المللی مورد بحث و تبادل نظر قرار می‌گیرد تا:

- اهمیت غذا و تغذیه برای جهانیان روشن‌تر شود.
- مشکلات و مسایل غذایی جوامع شناخته گردد.
- برای حل این مشکلات چاره‌اندیشی شود و راه حل عملی ارایه گردد.
- اقدام بعدی گنجاندن مسأله امنیت غذایی دنیا در اعلامیه حقوق بشر سازمان ملل بود که به تازگی صورت گرفته است.

- اقدام دیگر، تشکیل کنفرانس جهانی غذا در سازمان ملل متحد و در سال ۱۹۷۰ بود که به دنبال بروز بحرانهای شدید غذایی آن زمان دنیا صورت گرفت و در آن، درباره مشکلات و بحرانهای غذایی و راههای عبور از آن بحث و تبادل نظر شد.

- و بالاخره اقدام مهم بعدی تشکیل کنفرانس بین‌المللی غذا در سال ۱۹۹۲ م. بود که، هدف بحث درباره موضوع امنیت غذایی خانوار و با شرکت ۶۰ کشور جهان تشکیل شد و مشکلات و مسایل غذا و تغذیه فعلی و آینده را مورد بحث و بررسی قرار داد.

به هر حال برای داشتن جامعه‌ای سالم، امنیت غذایی خانوار نقش بسیار مهمی دارد و لازمه رسیدن به امنیت غذایی، دسترسی به غذای سالم و کافی در تمام روزهای سال است و تحقق این امر مقدور نیست مگر با استفاده از امکانات صنایع غذایی برای تبدیل و یا نگهداری مواد غذایی. زیرا بیشتر مواد غذایی در فصل معینی از سال برداشت می‌شوند و به علت این که دارای بافت زنده هستند فسادپذیر می‌باشند و در فاصله بین تولید تا مصرف، از سوی عوامل گوناگون مانند، میکروارگانیسم، آرمیها و واکنشهای متابولیکی مانند تنفس، حشرات، جوندگان و ... فاسد می‌شوند.

## گزیده‌ای از تاریخچه صنایع غذایی

روشهای تبدیل و نگهداری مواد غذایی برای شرایط اقلیمی متفاوت و در انواع مختلف مواد غذایی، یکسان نیست و در طول تاریخ تمدن بشر دستخوش تحولات زیادی شده است. این پدیده، تا آنجا که سابقه مدون دارد از دوره تولیدتیک آغاز شده است. انبارهای نگهداری مواد غذایی، ابتدا در معابد احداث گردیده‌اند زیرا مردم آن زمان، خدایان را نماینده قبایل و مالک سرزمینهای خود می‌دانستند و محصول مازاد خود را در اختیار آنان یا مأمورانشان قرار می‌دادند. در بین‌النهرین فردی به اسم ایشاکو مأمور دریافت و نگهداری این مواد بوده است. به علاوه در برخی از کتیبه‌ها از انبارهای غله متعلق به خدایان ذکری به میان آمده است.

بدیهی است این روش نگهداری در همه جا مؤثر نبوده است. بنابراین فکر یافتن روشهای مناسب دیگر، از دیر زمان مورد توجه انسانها بوده تا بتوانند با کار بست این روشها، مازاد محصول شکار، صید یا کشاورزی خود را برای روزها، هفته‌ها و ماههای بعد و موارد اضطراری نگهداری نمایند. این روشها نیز با توجه به شرایط اقلیمی متفاوت بوده‌اند. برای نمونه روشهایی که در مناطق سردسیر، معتدل، گرمسیر، مرطوب، خشک و ... متداول شده یکسان نیستند. اولین روش در بیشتر نقاط دنیا، استفاده از نور خورشید برای خشک کردن مواد غذایی با نور خورشید بوده که هنوز هم در بین بومیان آفریقا و آمریکای جنوبی مرسوم است و از آن برای نگهداری دانه‌ها، سبزیها، میوه‌ها و حتی فرآورده‌های شیر، گوشت و ماهی استفاده می‌شود. پس از این مرحله، بشر با آشنایی به موادی مانند قند، نمک، زغال و مانند اینها بتدریج دریافت که می‌توان از این مواد برای نگهداری استفاده نمود.

چینیها و مصریان از حدود ۳۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، از این روش برای نگهداری ماهی استفاده می‌کرده‌اند و در حدود ۱۰۰۰ سال پیش از تولد حضرت عیسی فن نمک زدن مواد غذایی عمومیت یافت. فنیقیها در مسافرت‌های دور و درازی که در سواحل آفریقا، اروپا و آسیا انجام می‌دادند بدون در نظر گرفتن راهی برای نگهداری گوشت و سایر غذاها، قادر به انجام این سفرها نبوده‌اند. رومیان نیز با فن نمک زدن آشنا بوده‌اند و نمک‌زنی مانند قصابی در آن کشور شغل به حساب می‌آمده است.

سپس استفاده از آرد غلات مانند بولاف، ذرت و ادویه برای نگهداری گوشت، کشک و مانند آنها متداول گردید. بعدها استفاده از سرکه برای نگهداری میوه‌ها و سبزیها به کار رفت. تأثیر عایق چربی برای نگهداری گوشت را اولین بار آریاییها و پس از آنان هندوهای آمریکا کشف کردند و به تجربه دریافتند که می‌توان به جای نمک، موادی مانند گوشت را حرارت داد و روی آن را با چربی پوشاند و برای مدت زیادی حفظ نمود. این روش هنوز هم در گوشه و کنار جهان مرسوم است. در این روش پس از ذبح دام و آماده کردن گوشت، آن را در چربی دام دما داده، در شکمبه دام یا ظروف غیر قابل نفوذ مناسب دیگر می‌ریزند و برای جلوگیری از نفوذ هوا و میکروارگانیسمها سطح گوشت را با یک لایه عایق چربی می‌پوشانند و در جای سرد و خنک قرار داده، برای مدت طولانی نگهداری می‌نمایند.

با گسترش شهرنشینی و صنعتی شدن کشورها ناکافی بودن روشهای بالا به اثبات رسید و روشهای سنتی یاد شده به صورت مدرن و صنعتی در آمد. گرچه در بیشتر موارد اساس کار همان بود که از هزاران سال پیش به یادگار مانده بود با این همه، صنعتی شدن روشهای تبدیل و نگهداری مواد

غذایی، آثار مثبت و ارزنده دیگری هم به همراه داشته است.

### نقش صنایع غذایی در توسعه کشاورزی

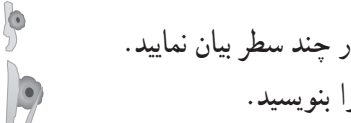
صنایع غذایی، یکی از عوامل توسعه کشاورزی است، زیرا با استفاده از صنایع غذایی می توان مواد غذایی را از حالت قابل فساد به صورت با ثبات درآورد و آنها را قابل حمل و نقل، نگهداری و عرضه به بازارهای فروش داخلی و بین المللی نمود. این کار در پاره ای از مواد غذایی با تبدیل آنها به فرآورده های جدید و در پاره ای دیگر، به همان شکل اولیه عملی می شود. در هر صورت مهم این است که در صورت دسترسی به امکانات صنایع غذایی، بخش کشاورزی بدون نگرانی از ضایعات و فساد مواد غذایی می تواند تولیدات خود را گسترش دهد و این امر نه تنها موجب رشد و توسعه این بخش می گردد، بلکه موجب شکوفایی صنعت، امنیت غذایی جامعه، بهبود وضع زندگی مردم و اشتغال مؤثر نیز می شود.

### نقش صنایع غذایی در توسعه اقتصادی

صنایع غذایی محرک رشد و توسعه اقتصادی است. کشورهای که خود تولید کننده مواد اولیه کشاورزی و دامی هستند به طور مستقیم و آنهایی که خود امکانات تولید این مواد را ندارند به طور غیر مستقیم، اقتصاد خود را رونق می بخشند. برای نمونه بسیاری از کشورهای صنعتی، مواد اولیه کشاورزی و دامی خود را از خارج وارد کرده، با تبدیل و بسته بندی، ارزش افزوده آنها را گاه تا حدود سه برابر بالا می برند و علاوه بر تأمین نیازمندیهای خود مازاد آن را صادر کرده، درآمدهای ارزی کسب می نمایند و همزمان با انجام این کار، سطح دانش فنی و توان صنعتی خود را بالا می برند و برای مردم کشورشان اشتغال مفید ایجاد می کنند.



## خودآزمایی

- ۱- مزایای تغذیه سالم را بیان کنید.
  - ۲- روز جهانی غذا چه روزی است و چه مسائلی در این روز مورد بحث قرار می‌گیرد؟
  - ۳- اولین روشهای نگهداری مواد غذایی که در بیشتر نقاط جهان متداول است را بیان نمایید.
  - ۴- دلایل تبدیل روشهای سنتی به روشهای صنعتی را در چند سطر بیان نمایید.
  - ۵- نقش صنایع غذایی در بهبود وضع تغذیه و بهداشت را بنویسید.
- 



### اجزای تشکیل دهنده مواد غذایی

هدفهای رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- نقش اساسی مواد مغذی را شرح دهد.
- ۲- کاربرد انرژی در بدن را توضیح دهد.
- ۳- اجزای تشکیل دهنده مواد غذایی را شرح دهد.
- ۴- سایر ترکیبات مواد غذایی را بیان نماید.
- ۵- طبقه‌بندی مواد غذایی را تعریف کند.

### ۲- اجزای تشکیل دهنده مواد غذایی

**کلیات:** در مواد غذایی شش گروه مواد مغذی وجود دارد که تمام آنها در برنامه غذایی روزانه یافت می‌شود و کمبود مصرف هر یک منجر به سوء تغذیه می‌گردد.

گروه ششگانه مواد مغذی عبارتند از:

چربیها، کربوهیدراتها، پروتئینها، آب، عناصر معدنی و ویتامینها. مواد مغذی را می‌توان از دو دیدگاه مورد بررسی قرار داد: ۱- نقشی که در بدن دارند، ۲- ترکیب شیمیایی.

مهمترین نقش مواد غذایی در بدن انسان عبارتند از:

تأمین مواد لازم برای رشد و مرمت بافتها و تأمین انرژی موردنیاز برای انجام فعالیت‌های خارجی و داخلی بدن.

ارزش انرژی غذا با واحد انرژی یا کالری سنجیده می‌شود. یک کالری مقدار دمای لازم برای بالا بردن دمای یک گرم آب به میزان  $1^{\circ}\text{C}$  است و چون کالری واحد کوچک است در عمل هزار برابر آن یعنی کیلوکالری مبنای محاسبات برآورد انرژی مواد غذایی قرار می‌گیرد.

وقتی صحبت از غذا و رژیم غذایی می‌شود، بهتر است که به جای واژه کالری از واژه جدیدتر انرژی استفاده شود.

جدول ضمیمه فصل ارزش انرژی بعضی از مواد غذایی به ازای ۱۰۰g بخش خوراکی را نشان می‌دهد.

## کاربرد انرژی در بدن

بدن انسان برای فرآیندهای داخلی خود و انجام فعالیت‌های روزانه، به انرژی نیاز دارد. حتی هنگام خواب که بدن در حال استراحت است برای انجام اعمال حیاتی مانند تنفس، گردش خون و تثبیت دمای بدن در  $37^{\circ}\text{C}$  انرژی لازم است.

مقدار کل انرژی لازم برای این فرآیندهای حیاتی را انرژی «سوخت و ساز پایه» می‌نامند. مقدار آن برای یک فرد معمولی، حدود  $16000$  کالری در روز است. با این همه، این مقدار، برحسب سن، جنس و جثه متغیر می‌باشد.

## اجزای مواد غذایی

به‌خاطر داریم که (روغن‌ها و چربیها، کربوهیدراتها و پروتئینها) سه گروه مواد مغذی ضروری‌اند و بدون آنها زندگی امکان‌پذیر نیست. لیکن به‌جز سه مورد بالا، آب، ویتامینها و عناصر معدنی نیز در دسته‌بندی اجزای مواد غذایی می‌گنجد.

۱- **روغن‌ها و چربیها:** روغن‌ها و چربیها جزو گروه بزرگتری از اجسام موجود در طبیعت به‌نام «لیپیدها» می‌باشند.

- لیپیدها، گروهی از ترکیبات گوناگون را تشکیل می‌دهند که تنها وجه مشترک آنها آن است که همگی در حلالهای آلی محلول و در آب نامحلول هستند و اکثراً از مشتقات اسیدهای چرب می‌باشند. روغن‌ها، مومها و فسفر لیپیدها نمونه‌های مهمی از لیپیدها هستند.

- استروئیدها را نیز در دسته لیپیدها قرار می‌دهند در حالی که از مشتقات اسید چرب نیستند و از نظر ساختمانی با سایر اعضای گروه تفاوت کلی دارند. یکی از استروئیدهای مهم «کلسترول» است. - تفاوت بین روغن‌ها و چربیها فقط در آن است که در دمای اتاق، روغن‌ها مایع و چربیها جامد می‌باشند.

- از نظر ساختمان شیمیایی، چربیها و روغن‌ها از اسیدهای چرب تشکیل شده‌اند و مانند کربوهیدراتها در ساختمان آنها کربن، هیدروژن و اکسیژن به‌کار می‌رود. لیکن نسبت این اتمها در

مولکول چربی با مولکول کربوهیدرات متفاوت است. تری گلیسریدها، شکل معمولی چربی و روغن‌ها می‌باشند. تری گلیسرید ترکیبی از گلیسرول و اسیدهای چرب است. اسیدهای چرب از دو گروه اشباع و غیراشباع تشکیل شده‌اند.

روغن‌ها و چربی‌های طبیعی را می‌توان برحسب منشأ آنها به انواع حیوانی، دریایی و نباتی طبقه‌بندی کرد. روغن‌های نباتی امروزه از مهمترین منابع روغن هستند. به طوری که تولید آنها در دنیا بیش از دو برابر مجموع تولید چربی از منابع حیوانی و دریایی است.

## نقش و اهمیت چربیها

۱- تأمین اسیدهای چرب غیراشباع ضروری برای بدن؛  
۲- تولید انرژی (میزان کالری که چربی ایجاد می‌کند، کمی بیش از دو برابر پروتئین یا کربوهیدرات می‌باشد)؛

۳- تأمین ویتامینهای محلول در چربی؛

۴- کمک به حرکت غذا در دستگاه گوارش و دفع مواد زائد.

(میزان چربی مواد غذایی در جدول ضمیمه فصل دوم)

۲- کربوهیدراتها: کربوهیدراتها در تمام گیاهان وجود دارند. این مواد با استفاده از  $CO_2$  و آب با کمک انرژی نور خورشید در برگ گیاهان تولید می‌گردند. به این عمل، فتوسنتز می‌گویند و در روز در کلروپلاست برگ انجام می‌گیرد. این واکنش در مراحل متعدد انجام می‌شود و پس از آن طی واکنشهای دیگر سایر مواد مانند: مونوساکارید، ساکاروز، نشاسته، پکتین، سلولز بعضی از صمغها و غیره، در گیاهان ساخته می‌شوند. حیوانات قادر به سنتز کربوهیدراتها به این طریق نیستند و این یکی از تفاوتهای اساسی بین آنها و گیاهان می‌باشد. حیوانات به نوبه خود با خوردن گیاهان انرژی نهفته کربوهیدراتها را آزاد و از آن استفاده می‌کنند.

ساختمان شیمیایی کربوهیدراتها حاوی کربن، هیدروژن و اکسیژن است و جز در موارد نادر، همیشه به ازای هر اتم اکسیژن دو اتم هیدروژن وجود دارد. از این رو کربوهیدراتها دارای فرمول کلی  $C_x(H_2O)_y$  می‌باشند و  $x$  و  $y$  هر عددی ممکن است باشند. نام کربوهیدراتها، از فرمول کلی آنها که هیدرات کربن می‌باشد، مشتق شده است.

کربوهیدراتهای ساده تر موسوم به قندها به صورت خالص، مواد جامد بلورینی هستند که در آب حل می‌شوند و محلولهای شیرین می‌دهند. ساده ترین آنها (گلوکز و فروکتوز) را مونوساکاریدها می‌نامند که از آنها کربوهیدراتهای پیچیده تر ساخته می‌شوند.

دی ساکاریدها مانند ساکاروز، مالتوز و لاکتوز، از دو ملکول مونوساکارید به هم پیوسته یکسان یا متفاوت، ساخته می‌شوند و در آب حل شده، محلولهای شیرین می‌دهند و بنابراین در دسته قندها جای می‌گیرند.

بعضی از ویژگیهای قندها: قندهای گلوکز، فروکتوز، مالتوز، ساکاروز و لاکتوز دارای ویژگیهای مشترک به نسبتهای متفاوت می‌باشند:

- ۱- همگی در آب محلول و دارای مزه شیرین هستند؛
- ۲- در اثر تبخیر آب محلول این قندها، کریستال قند به وجود می‌آید؛
- ۳- در غلظتهای مناسب توسط میکروبها تخمیر می‌شوند. از این رو، در صنایع تخمیر، از این قند استفاده به عمل می‌آید؛
- ۴- در غلظتهای زیاد به علت زیاد بودن فشار اسمزی شرایط رشد میکروبها را مشکل می‌نمایند. بنابراین از بعضی از این قندها به عنوان ماده محافظت کننده استفاده می‌شود؛
- ۵- در تغذیه انسان از قندها به عنوان مواد تأمین کننده انرژی استفاده می‌شود؛
- ۶- در دمای زیاد، قندها به هم می‌پیوندند و به رنگ قهوه‌ای تیره به نام «کارامل» تبدیل می‌شوند.

جدول ۱-۲- میزان شیرینی قندها در مقایسه با ساکاروز

۱۷۵	فروکتوز
۱۳۰	ساکاروز هیدرولیز شده، قند انورت
۱۰۰	ساکاروز
۷۰	گلوکز
۶۰	قند ذرت
۳۰	مالتوز
۱۵	لاکتوز

## پلی ساکاریدها

پلی ساکاریدها، کربوهیدراتهای با وزن مولکولی زیاد هستند که اختلافشان با قند در آن است که غیر متبلور، غیر محلول در آب می‌باشند. یک پلی ساکارید از تعداد زیادی واحدهای مونوساکارید مربوط به هم که ممکن است همانند یا متفاوت باشند ساخته می‌شود.

حیوانات با فتوسنتز، قادر به ساختن کربوهیدرات نیستند به همین دلیل، پلی ساکاریدها به طور عمده در گیاهان یافت می‌شوند. با وجود این، پلی ساکارید گلیکوژن توسط انسان از گلوکز ساخته و



ذخیره می‌شود. نشاسته هم نقش مشابهی را در گیاهان ایفا می‌کند و پلی ساکاریدها در گیاهان به‌عنوان عامل ساختمان فیزیکی نیز عمل می‌کنند ولی این موضوع در مورد حیوانات صدق نمی‌کند.

پلی ساکاریدهای مهم عبارتند از:

**الف — سلولز:** سلولز، کربوهیدرات ساختمان اصلی گیاهان است و بدین لحاظ فراوان یافت می‌شود و تمام اشکال زندگی گیاهی، از سخت‌ترین تنه درخت گرفته تا نرمترین پنبه، حاوی سلولز می‌باشند و در واقع پنبه تقریباً سلولز خالص است. انسان و اغلب گوشتخواران نمی‌توانند سلولز را هضم کنند زیرا آنزیمهای موجود در معده آنها قادر به شکستن اتصال بین واحدهای گلوکز نیستند.

**ب — نشاسته:** نشاسته، ذخیره اصلی گیاهان است که در صورت لزوم به قندها تبدیل می‌گردد. این ماده، ممکن است در ساقه (مانند نخلها) یا در غده‌های ریشه‌ای (مانند سیب‌زمینی) ذخیره شوند، میوه‌های نارس، حاوی مقادیر قابل توجهی نشاسته می‌باشند که با رسیدن میوه تبدیل به گلوکز می‌شود. نشاسته به وفور در دانه‌های غلات یافت می‌شود.

**پ — پکتین:** پکتین نوعی پلی‌ساکارید است که در میوه‌ها و برخی ریشه‌ها یافت می‌شود و عامل تشکیل ژل در تولید مرباست (مقدار درصد کربوهیدرات در جدول ضمیمه فصل دوم).

**کربوهیدرات به‌عنوان مواد غذایی:** ارزش اصلی مواد غذایی غنی از کربوهیدراتها، انرژی ارزان و سهولت هضم آنهاست.

زیاده‌روی در مصرف مواد غذایی غنی از قند منجر به چاقی و نرسیدن سایر مواد غذایی مغذی ضروری به بدن می‌شود.

در غیاب مقدار کافی کربوهیدراتها، احتیاجات انرژی بدن می‌تواند با پروتئین و چربی تأمین شود. با وجود این، رژیم غذایی که کربوهیدرات آن کم است برای افراد سالم توصیه نمی‌شود زیرا کمبود کربوهیدرات موجب هدر رفتن پروتئین می‌گردد. بدن در صورتی می‌تواند به بهترین نحو از پروتئین مصرفی استفاده کند که به‌طور همزمان مقدار مصرف کربوهیدرات هم کافی باشد.

**۳ — پروتئینها:** پروتئینها، یکی از عوامل اصلی حیات‌اند. گیاهان با استفاده از ازت معدنی و «CO<sub>2</sub>» اسیدهای آمینه مختلف را در خود ساخته، از ترکیب آنها پروتئینهای گوناگون را به‌وجود می‌آورند. انسان یا سایر حیوانات، قادر به ساخت اسیدهای آمینه از این راه نیستند و بایستی پروتئین یا اسیدهای آمینه را به‌طور آماده دریافت نمایند.

پروتئینها می‌توانند مانند کربوهیدراتها و چربیها سوخته، در بدن تولید انرژی نمایند ولی اهمیت این مواد در ساخت و ترمیم سلولها، بافتها، خون و آنزیمهای بدن است.

پروتئینها ترکیباتی هستند که از اتمهای کربن، اکسیژن، هیدروژن، ازت و گوگرد تشکیل شده‌اند.

در ترکیب بعضی از پروتئینها، سایر عناصر مانند گوگرد و فسفر نیز یافت می‌شوند. پروتئینها از نظر شیمیایی دارای ساختمان پیچیده می‌باشند.

## اسیدهای آمینه

ساختمان شیمیایی اسیدهای آمینه در حقیقت یک اسید آلی است. بیش از ۲۰ اسید آمینه در ساختمان پروتئین مواد غذایی و بدن انسان یافت می‌شود. از میان اسیدهای آمینه به دست آمده از پروتئینها فقط ۸ عدد آن برای بزرگسالان ضروری است. زیرا بدن قادر به ساخت آنها نیست. در صورتی که اگر مواد اولیه مناسب در اختیار باشد بدن می‌تواند مقدار کافی از سایر آمینواسید (غیر ضروری) را سنتز کند رژیم غذایی مشتمل بر ۸ آمینو اسید اساسی، ماده مناسب برای ساخت تمام آمینو اسیدهای مورد نیاز یک انسان بزرگسال را تأمین می‌کند.

**کیفیت پروتئینی:** کیفیت غذای پروتئینی را می‌توان بر مبنای تعداد و مقادیر آمینو اسیدهای اساسی موجود در آن و میزان هضم و جذب پروتئین آن به وسیله بدن تعیین کرد. غذاهای پروتئینی که بالاترین کیفیت را دارند آنها می‌باشند که تمام ۸ آمینو اسید اساسی را در مقادیر مورد نیاز انسان تأمین می‌کنند.

**غذاهای پروتئینی جدید:** پروتئین حیوانی به ویژه گوشت، گران است و عرضه آن در سراسر جهان کم است. به دو دلیل ذکر شده و به علت آنکه رشد جمعیت دنیا موجب افزایش تقاضا برای پروتئین می‌باشد بنابراین فکر تولید مواد پروتئینی با جدیت دنبال می‌شود. برای نمونه، کنجاله دانه سویا را پس از روغن کشی به شکل گوشت به ویژه گوشت چرخ کرده به بازار عرضه می‌کنند. همچنین، کنجاله بادام زمینی، پنبه دانه و برخی دیگر از دانه‌های روغنی برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند. از میکروارگانیزمهایی نظیر قارچها، باکتریها و جلبکها نیز به عنوان منابع پروتئین خوراکی موسوم به «پروتئین تک یاخته» بهره برداری می‌شود.

این نوع پروتئین را می‌توان با کشت گونه‌های مورد نظر بر روی پوست و تفاله میوه تولید نمود. البته پروتئینهای تغلیظ شده بالا هنوز غذای مطمئنی برای انسان نیستند و به علت دارا بودن مقدار زیاد نوکلئو پروتئینها، ایمنی مصرف پایینی دارند.

۴- آب: زندگی بدون آب امکان پذیر نیست. آب برای هر موجود زنده، از ساده‌ترین گیاه و ارگانیزم تک یاخته‌ای گرفته تا پیچیده‌ترین سیستم زنده شناخته شده یعنی بدن انسان، ضرورت دارد. به علاوه در حالی که موجودات زنده بدون سایر مواد مغذی، می‌توانند برای مدت قابل ملاحظه‌ای زندگی کنند بی‌حضور آب، خیلی زود می‌میرند زیرا بدن موجودات زنده حاوی مقدار زیادی آب است

که هیچ‌گاه مقدار آن نباید کمتر از ۶۰٪ وزن کل بدن باشد. برخی اوقات، این مقدار (مقدار آب بدن) به ۹۵٪ می‌رسد یعنی حدود دو سوم وزن بدن آب است. آب ماده‌ی اساسی تشکیل‌دهنده‌ی تمام اعضا، بافتها و مایعات بدن است. تنها چند قسمت از بدن نظیر استخوانها و دندانها از مقدار کمتری آب برخوردارند.

در طول زندگی، بدن دائماً آب از دست می‌دهد. بخشی از آن از طریق ادرار، مقداری از سطح بدن به صورت عرق و قسمتی به صورت بخار از راه تنفس، مقادیر کمی از آب نیز با مدفوع از دست می‌رود. برای آنکه بدن به خوبی انجام وظیفه کند باید آب از دست رفته جایگزین گردد و تعادلی بین آب دریافتی و دفعی برقرار شود. منبع عمده‌ی آب برای بدن آب آشامیدنی و سایر مواد غذایی مایع است.

جدول ۲-۲- تعادل آب در بدن

منبع	آب دریافتی (سانتیمتر مکعب در روز)	منبع	آب دفعی (سانتیمتر مکعب در روز)
غذا	۸۵۰	ادرار	۱۵۰۰
نوشیدنی	۱۳۰۰	ریه‌ها	۴۰۰
اکسایش		پوست	۵۰۰
مواد مغذی	۳۵۰	مدفوع	۱۰۰
مجموع	۲۵۰۰	مجموع	۲۵۰۰

آب از این نظر با سایر مواد مغذی اساسی تفاوت دارد که قسمت اعظم آن در بدن دستخوش تغییر شیمیایی واقع نمی‌شود. در حالی که پروتئینها برای نمونه، در اثر هضم به آمینو اسیدها شکسته می‌شوند. اما نقشهایی که آب ایفا می‌کند، بیشتر فیزیکی است. آب در قابلیت حل کردن اجسام یا نگه‌داشتن آنها به حالت کلویدی مؤثر است.

ویژگیهای آب: آب مایعی بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه‌ای است که در شرایط متعارف جوّی در  $100^{\circ}\text{C}$  به جوش آمده و در  $0^{\circ}\text{C}$  منجمد می‌شود. و بسته به منبع اولیه دارای میکروبیهای بیماری‌زا و غیربیماری‌زا، مواد معدنی و عوامل سختی آب (املاح قابل حل در آب) می‌باشد. سختی آب یا املاح قابل حل در آن را به سه گروه تقسیم می‌کنند.

۱- سختی کل: که عبارت است از کلیه املاح موجود در آب مانند: کربناتها، سولفاتها، کلورهای سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم.

۲- سختی موقت: عبارت است از بی‌کربنات کلسیم و منیزیم که این املاح در اثر گرم شدن آب

رسوب می‌کنند و باعث کم شدن سرعت جریان آب در لوله‌ها، کم کردن سرعت جابجایی دما و تشکیل کانون میکروبی در جرم تشکیل شده در داخل مجاری آب گرم می‌شود.

۳- سختی دائم: عبارت است از املاح سولفات کلرور کلسیم و منیزیم که در اثر حرارت دادن رسوب نمی‌کنند.

۵- عناصر معدنی: عناصر معدنی به طرق گوناگون مورد استفاده بدن قرار می‌گیرند ولی کاربرد آنها را می‌توان تحت سه عنوان اصلی مورد مطالعه قرار داد:

۱- به عنوان بخشی از ساختمان بدن (کلسیم، فسفر و منیزیم)

۲- به عنوان بخشی از بافتهای نرم بدن (پتاسیم)

۳- به عنوان بخشی از مایعات بدن (سدیم و پتاسیم)

علاوه بر عناصر معدنی ذکر شده، بدن انسان به مقادیری از سایر مواد معدنی نیاز دارد که برای زندگی ضرورت دارند و عبارتند از: کبالت، مس، منگنز، مولیبدن، روی، سلنیوم، فلورئور و ید.

نقش دقیقی که این عناصر در بدن ایفا می‌کنند اغلب به طور کامل مشخص نگردیده است ولی بیشتر آنها جزء ضروری ویتامینها، آزمیها یا هورمونها هستند. (جدول ضمیمه فصل دوم)

۶- ویتامینها: تا هشتاد سال پیش تصور می‌رفت که رژیم غذایی حاوی مقادیر کافی پروتئین، کربوهیدرات، چربی، عناصر معدنی و آب برای حفظ سلامتی انسان است ولی بعدها معلوم شد حیواناتی که با رژیم غذایی مصنوعی تنها حاوی این مواد مغذی تغذیه گردیدند به خوبی رشد نکردند و اکنون مشخص شده است که مقادیر کمی از برخی از سایر مواد مغذی به نام ویتامینها نیز مورد نیاز می‌باشند. ویتامینها ترکیبات آلی هستند که در مقادیر کم، در بسیاری از مواد غذایی یافت می‌شوند، وجود آنها در رژیم غذایی ضروری است زیرا به جز چند مورد استثنایی، بدن قادر به سنتز آنها از سایر مواد مغذی نیست. کمبود اغلب ویتامینها منجر به بروز وقفه در رشد کودکان می‌شود و این حالت معمولاً با از دست دادن اشتها تشدید می‌شود. بیماریهای گوناگونی به نام سوء تغذیه در طول تاریخ موجب درد و رنج و مرگ بسیاری از مردم گشته است ولی امروزه ثابت شده که اگر رژیم غذایی انسان حاوی مقدار کافی ویتامینها باشد این بیماریها قابل پیشگیری و معالجه است و در واقع کشف وجود ویتامینها و بهره‌برداری از آنها برای پیشگیری و درمان بیماریها، بزرگترین پیشرفت در علم تغذیه در قرن بیستم به‌شمار می‌رود.

اغلب ویتامینها از نظر شیمیایی بسیار پیچیده‌اند و به یک خانواده شیمیایی تعلق ندارند بلکه همگی کاملاً با یکدیگر متفاوت‌اند. با وجود این ساختمان تمام آنها شناخته شده و غیر از یک مورد

استثنایی، بقیه را می‌توان به طور مصنوعی تهیه کرد. قبل از تعیین ساختمان ویتامینها آنها را با حروف A، B، C و ... می‌نامیده‌اند اما اکنون ویتامینها را با نامهایی که تاحدی بر ساختمان شیمیایی آنها دلالت دارد، می‌شناسند و کاربرد این اسامی نسبت به حروف برتری دارد ولی در برخی موارد استفاده از حروف که از ابتدا مرسوم بوده هنوز متداول است. ویتامینها به مقدار کم مورد نیاز بدن هستند و مقادیر موجود در مواد غذایی گوناگون معمولاً برای نیازهای انسان کفایت می‌کند. برای اطمینان از اینکه تمام نیاز بدن تأمین شده هر روز باید انواع مواد غذایی خورده شود. مقدار ویتامین یک ماده غذایی می‌تواند به میزان قابل توجهی تغییر کند. این موضوع به‌ویژه در مورد میوه‌ها و سبزیها که میزان ویتامین آنها علاوه بر عوامل دیگر به تازه بودن، نوع میوه و سبزی و شرایط آب و هوا در طول رشد گیاه آنها نیز بستگی دارد، صدق می‌کند.

اندازه‌گیری میزان ویتامین موجود در غذا در ابتدا مشکل بود زیرا زمانی که اثرات ویتامینها کشف گردید خود ویتامینهای خالص قابل جدا کردن نبودند ولی تمام ویتامینهای شناخته شده اکنون به صورت خالص جدا گردیده‌اند و واحدهای بین‌المللی را می‌توان برحسب وزن ویتامین خالص دقیقاً مشخص کرد. برای نمونه ویتامین C به صورت متبلور تهیه شده و واحد بین‌المللی آن ۵mg٪ ویتامین خالص است. میزان ویتامین موجود در غذاها و ویتامین مورد نیاز بدن را می‌توان برحسب میلی‌گرم یا میکروگرم به‌ازای وزن واحد ماده غذایی بیان کرد. ویتامینها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

ویتامینهای محلول در آب، مانند: C و انواع ویتامین B

ویتامینهای محلول در چربی، مانند: E، D، A و K

رتینول یا ویتامین A: ویتامین A جسم جامدی به رنگ زرد روشن و محلول در چربی است. این ترکیب به مقادیر بسیار جزئی در آب حل می‌شود. ویتامین A در طبیعت به شکل A<sub>1</sub> یا رتینول و ویتامین A<sub>2</sub> یا دزهیدرو رتینول وجود دارد.

ویتامینهای گروه B: ویتامینهای گروه B از چندین ویتامین تشکیل شده‌اند که وظایف مشابهی دارند و اغلب توأم در مواد غذایی یافت می‌شوند. ویتامینهای B در بدن بیشتر در فعالیت آزاد کردن انرژی از غذا شرکت دارد چون بدن ظرفیت ذخیره کردن آنها را ندارد مقادیر مازاد بر احتیاجات، فوری رفع می‌شود. اعضای مهمتر ویتامینهای گروه B عبارت‌اند از:

۱- تیامین یا ویتامین B<sub>1</sub>

۲- ریوفلاوین یا ویتامین B<sub>2</sub>

۳- پیریدوکسین یا ویتامین B<sub>6</sub>

۴- سیانوکوبالامین یا ویتامین B<sub>12</sub>

۵- بیوتین یا ویتامین H

۶- نیاسین یا ویتامین PP

اسید اسکوربیک یا ویتامین C: اسید اسکوربیک یا ویتامین C جسم جامد سفید رنگ با فرمول  $C_6H_8O_6$  است. کمبود ویتامین C در بدن بیماری اسکوربوت را به وجود می‌آورد. ویتامین D یا کول کلیسفرول<sup>۱</sup>: ویتامین D موجود در طبیعت «کول کلیسفرول» نامیده می‌شود که جسم جامد متبلوری به رنگ سفید محلول در چربیها و روغنهای ولی نامحلول در آب می‌باشد.

ویتامین E: این ویتامین «الفاتوکوفرول» نامیده می‌شود. کمبود ویتامین E در انسان هنوز تشخیص داده نشده با وجود این احتمال دارد ویتامین E نقش مهمی به عنوان آنتی‌اکسیدان در رژیم غذایی ایفا کند و اجسامی که به آسانی اکسیده می‌شوند (نظیر اسیدهای چرب اشباع نشده، کاروتن و اسید اسکوربیک) را محافظت کند. این ویتامین در تخم مرغ و روغنهای به دست آمده از غلات مانند ذرت یافت می‌شود.

ویتامین K: این ماده برای لخته شدن عادی خون ضرورت دارد. خطر کمبود ویتامین K برای فردی که رژیم غذایی معمولی دارد اندک است. این ویتامین پراکندگی وسیعی در مواد غذایی دارد و روغن کبد ماهیها و سبزیهای نظیر اسفناج و کلم پیچ، منابع خوبی از آن می‌باشند.

## جدول ضمیمه فصل دوم

### جدول ۳-۲- ترکیبات مواد غذایی در هر صد گرم

ویتامین آ (رتینول) میکروگرم	میلیگرم				گرم					انرژی (کالری)	ماده غذایی	
	نیاسین	ریبو فلاوین	تیامین	ویتامین ث	آهن	کلسیم	کربوهیدرات	چربی	پروتئین			رطوبت
-	۴/۶	۰/۰۴	۰/۳۶		۵/۵	۴۵	۶۳/۹	۰/۵۱	۸/۹۱	۲۴/۶	۲۹۳	نان لواش
-	۱/۴	۰/۰۹	۰/۳۳		۱/۳	۵۷	۵۵/۱	۰/۴۱	۸/۷	۳۲/۶	۲۵۹	نان سنگک
-	۵/۱۵	۰/۰۴	۰/۳۵		۶/۵	۵۹	۶۰/۴۵	۰/۶	۹/۲۹	۲۵/۵	۲۸۳	نان تافتون
-	۳/۱	۰/۰۴	۰/۲		۴/۷	۴۵	۵۶/۴۱	۰/۷۵	۸/۲۰	۳۱/۹۵	۲۶۵	نان بربری
-	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۲۱	۱۳۱	۴/۴	۲/۴	۳/۴۶	۸۸	۵۳	شیر پاستوریزه
-	-	-	-	-	۰/۸	۱۱۲	۵/۴۲	۲/۳۵	۴/۳	۸۷/۱۳	۶۰	مالست
۴۸	۰/۴	۰/۸۶	۰/۰۷	-	۷/۵	۳۵۴	۲/۰۸	۱۸/۳۲	۸/۲۸	۵۵/۸۴	۲۴۶	بنیر تبریز
-	۱/۶۲	۰/۸۲	۰/۳۷	-	۲۰	۴۳۰	۵/۵۴	۸/۱۸	۷۰/۳۸	۵۸	۲۷۷	کنسک
گوشت:												
-	-	-	-	-	۳	۸	۰/۵۵	۴/۴	۲۱/۹	۷۱/۱	۱۴۳	گوشت گوسفند
-	۱/۱۳	۰/۶	۰/۰۸	۱	۲/۴	۱۳	۱/۱۹	۱۱/۲۲	۱۵/۴۴	۷۱/۱۸	۱۶۷	زبان گوسفند
-	۷/۵۵	۰/۲۴	۰/۱	۱	۲/۸	۲۲	۲/۹۴	۱۱/۲۲	۱۷/۳۰	۶۷/۵	۱۸۳	گوشت جوجه
حیوانات:												
-	۱/۶	۰/۱۳	۰/۴۸	-	-	-	۶۲/۶۴	۱/۴	۱۹/۸	۸/۸	۳۶۰	لویا سفید
-	۲/۷۹	۰/۱۷	۰/۳۶	-	-	-	۵۸/۰۷	۵/۶	۲۰/۹	۷/۹	۳۶۶	نخود
سبزیها:												
۱۰	۰/۴	۰/۰۴	۰/۰۸	۵۶	۰/۶	۶۴	۶/۹۲	۰/۱۱	۱/۹۴	۸۹/۰۳	۳۶	کلم (برگ)
۸۲	۰/۵۶	۰/۰۹	۰/۰۶	۱۰	۰/۵	۲۲	۲/۴۵	۰/۳۲	۱/۱۱	۹۴/۸	۱۷	کاهو
۶۳	۰/۵۴	۰/۰۶	۰/۰۴	۴	۱/۴	۲۲	۹/۰	۰/۰۷	۰/۵۵	۸۸/۶	۳۹	هویج ایرانی
۳	۰/۸۶	۰/۰۸	۰/۰۸	۶۱	۱/۳	۶۰	۴/۹۸	۰/۸۱	۳/۸	۸۸	۴۲	گل کلم
۲۱	۰/۳۱	۰/۱۸	۰/۰۹	۱۸	۲/۳	۸۹	۷/۴۹	۰/۱۹	۲/۸۸	۸۶/۷	۴۳	لویا سبز
۵۶۸	۱/۷۳	۰/۹	۰/۲۴	۵۱	۶/۶	۲۹۵	۸/۵۶	۰/۵۲	۳/۴۳	۸۴/۳	۵۳	نعناع
۱۱۴۸	۱/۰۵	۰/۶۵	۰/۱۳	۱۱۳	۲/۳	۲۴۹	۶/۲	۰/۴۲	۳/۴۴	۸۷/۵۷	۴۲	جعفری
۶۹۱	۰/۶۰	۰/۲۰	۰/۱۶	۵۰	۴/۲	۱۰۰	۳/۶	۰/۲۲	۲/۸	۹۰/۹	۲۷	اسفناج
-	۰/۲۷	۰/۱۲	۰/۰۵	۵	۰/۲	۲۱	۵/۵	۰/۰۶	۱/۱۷	۹۲	۲۷	پیاز
-	۱/۵	۰/۰۴	۰/۱	۹	۰/۴	۸	۱۹/۱	۰/۳	۲/۶۵	۷۶/۷۷	۸۳	سیب زمینی
۳	۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۲۶	۱/۲	۴۲	۳/۰	۰/۰۷	۰/۸۵	۹۴/۲	۱۶	ترچه قرمز
۸	۰/۴۷	۰/۰۲	۰/۰۸	۲	۰/۵	۱۷	۴/۵	۰/۰۵	۱/۱۸	۹۲/۹	۲۳	بادنجان

۹۲	۰/۶۹	۰/۱	۰/۰۹	۴	۰/۹	۸	۲۶	۰/۲۸	۱/۴	۶۹/۶	۱۱۲	کدو حلوائی
۱	۰/۷۰	۰/۰۹	۰/۰۳	۲۵	۰/۸	۱۸	۳/۳	۰/۱۱	۱/۳۸	۹۴/۱۵	۱۹	کدو مسمائی
۱۰۱	۰/۲۶	۰/۰۹	۰/۰۷	۹	۱/۶	۶۵	۲/۳	۰/۰۷	۱/۲۲	۹۳/۴۰	۱۹	کرفس
۹۰	۰/۵۱	۰/۰۵	۰/۰۷	۲۴	۱/۲	۷	۱/۴	۰/۰۴	۰/۹۴	۹۶/۷۶	۱۰	گوجه فرنگی
۲	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۲۷	۰/۸	۲۱	۷/۲	۰/۰۲	۰/۵۴	۹۲	۳۱	آب لیموترش
<b>میوه‌ها:</b>												
۲	۰/۲۵	۰/۰۳	۰/۰۴	۴۴	۰/۲	۲۰	۸/۶	۰/۰۹	۰/۴۲	۹۰/۴	۳۷	لیموشیرین
۴۳۳	۰/۴۳	۰/۰۴	۰/۰۷	۴۱	۰/۳	۴۲	۱۰	۰/۴۳	۰/۷	۸۸	۴۷	نارنگی بم
۹۲	۰/۲۴	۰/۰۲	۰/۰۳	-	۰/۱	۲	۵/۴	۰/۱	۰/۳۵	۹۳/۸	۲۴	هندوانه محبوبی
۱۰۲	۰/۷	۰/۰۴	۰/۱۴	۴	۱/۱	۵۰	۱۶/۱	۰/۰۳	۰/۸۸	۸۱/۹	۶۸	آلبالو
۱۵	۰/۵۵	۰/۰۶	۰/۰۳	۹	۱/۱	۳۴	۱۴/۵	۰/۰۷	۰/۷۳	۸۳/۳۱	۶۲	زردآلو
-	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۰۵	۲	۱/۱	۱۸	۲۱/۷	۰/۰۲	۰/۸۵	۷۶/۷۴	۹۰	انگور عسگری
۱۳	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۶	۳	۰/۴	۱۴	۱۵/۲	۰/۳۷	۰/۲۸	۸۳/۱۲	۶۵	سیب لبنانی
۱۲	۰/۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۹	۲۸	۱۰	۲۳/۲	۰/۲	۱/۲	۷۴	۱۰۲	موز
۵	۰/۶۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۲۲	۱/۴	۵	۱۱	۰/۰۴	۰/۹۷	۸۷/۲	۴۸	خریزه
۶	۰/۴	۰/۰۶	۰/۰۳	۲۸	۱/۱	۱۲	۱۲/۴	۰/۲	۰/۸	۸۵/۳	۵۵	هلو
۱۰	۰/۶۸	۰/۱۲	۰/۱۴	-	۲/۹	۴۳	۶۳/۸	۰/۵۴	۱/۶	۳۱	۲۶۶	خرما
<b>خشکیار:</b>												
۱	۱/۶۴	۰/۱۳	۰/۷۳	-	۳/۲	۱۵۸	۱۶/۹	۵۴/۵	۲۰/۹۰	۲/۹۸	۶۴۳	پسته (بو داده)
	۱/۳۲	۰/۱۱	۰/۱۶	۴	۵/۱	۴۱۱۸	۸۰/۰	۱/۷۵	۴	۱۰/۰۷	۳۵۲	انجیر خشک
-	۳/۶۰	۰/۸۷	۰/۲۵	۰/۸۳	۵/۹	۲۳۷	۲۴/۲	۴۷/۸۵	۱۷/۳۵	۲/۵۵	۵۹۷	بادام (مغز بو داده)
	-	-	-	-	-	-	-	۱۰۰	۰	۰	۹۰۰	روغن نباتی
-	-	-	-	-	-	-	۹۹/۹	۰	۰	۰/۱	۴۰۰	قند و شکر
	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۰۱	۶۸	۰/۹	۶	۸۴/۴	-	۰/۳۰	۱۵/۱۱	۳۳۸	عسل

اقتباس از کتاب تغذیه و بیماریهای ناشی از سوء تغذیه - دکتر صدر - دکتر باوندی ۱۳۵۶



## خودآزمایی

- ۱- دو نقش اساسی مواد مغذی را در بدن بیان نمایید.
- ۲- اجزای تشکیل دهنده مواد غذایی به چند گروه تقسیم می‌شوند؟ توضیح دهید.
- ۳- اهمیت چربیها را در تغذیه انسان بیان نمایید.
- ۴- خصوصیات قندها را توضیح دهید.
- ۵- پلی ساکاریدهای مهم را نام ببرید.
- ۶- پروتئینها، اسیدهای آمینه و نقش آنها را در بدن ذکر کرده و منابع مهم گیاهی آنها را نام ببرید.
- ۷- چهار نوع غذای پروتئینی جدید را نام ببرید.
- ۸- ویژگیهای آب را بیان نمایید.
- ۹- کاربرد عناصر معدنی در بدن را شرح دهید.
- ۱۰- منابع غنی ویتامین C و A را بنویسید.



### عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی

هدفهای رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- تعریف غذا، سمیت و فساد را بیان نماید.
- ۲- مهمترین عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی را شرح دهد.
- ۳- روشهای جلوگیری از فساد مواد غذایی توسط میکروارگانیسم را توضیح دهد.
- ۴- اثر فعالیت آنزیمهای طبیعی مواد غذایی در تجزیه و فساد آن را شرح دهد.
- ۵- تأثیر آفات انباری و حشرات در تخریب مواد غذایی را شرح دهد.
- ۶- تأثیر عوامل متابولیکی را بر فساد مواد غذایی بیان نماید.
- ۷- عوامل فرعی یا کمکی مؤثر بر فساد مواد غذایی را بیان نماید.

### ۳- عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی

مقدمه: مواد غذایی گوناگون در فاصله تولید یا برداشت از مزرعه، باغ یا دامداریها تا رسیدن به محل مصرف، اعم از کارگاهها و کارخانه‌های مواد غذایی یا مصرف‌کننده نهایی، چنانچه در شرایط صحیح نگهداری نشوند به مرور زمان به وسیله عوامل گوناگون دچار نوعی تغییر نامطلوب و در نهایت فساد می‌شوند که بسته به نوع ماده غذایی، شرایط نگهداری و نوع آلودگی، سرعت و شدت آن متفاوت است.

مواد غذایی که دارای ارزش تغذیه‌ای بیشتری هستند و مقدار رطوبت و چربی آنها هم زیادتر است، ظرف چند ساعت یا چند روز و موادی که ترکیب غذایی آنها کامل نیست یا مقدار رطوبت آنها اندک است، ظرف چند روز یا چند ماه دچار فساد می‌شوند.

فرآورده‌های دامی بیشتر به وسیلهٔ باکتریها و موادی مانند غلات و حبوبات بیشتر به واسطهٔ آفات انباری و میوه‌ها و سبزیها غالباً به وسیلهٔ آئزیمهای طبیعی فاسد می‌شوند. فساد بیشتر زمانی اتفاق می‌افتد که مواد غذایی برای مدتی در شرایط نادرست نگهداری شوند.

بدیهی است تولید مواد غذایی، حتی تا حدودی بعضی از فرآورده‌های دامی مانند گوشت و ماهی، فصلی است و مناسبترین زمان برداشت آنها در محدودهٔ معینی از روزهای سال است. با این همه، این مواد باید برای روزهای دیگر سال به طور یکنواخت مورد استفاده قرار گیرند به نحوی که امنیت غذایی جامعه و خانواده تأمین و حفظ شود و در تمام روزهای سال غذای سالم و بهداشتی و به میزان کافی در دسترس مردم باشد. این امر مستلزم دسترسی به روشهای صحیح نگهداری برای هر مورد و شناخت چگونگی فساد آنهاست، زیرا نگهداری مواد غذایی، در حقیقت، خالی کردن آنها از دسترس بیشتر عوامل مؤثر بر فساد است.

## واژه‌ها و تعاریف

پیش از ورود به این بحث، لازم است تعریف درستی از فساد، آلودگی و سمیت غذاها داشته باشیم، چون در بیشتر موارد این واژه‌ها به جای هم به کار می‌روند.

**الف — فساد:** فساد، عبارت است از ایجاد هر نوع تغییر در وضعیت طبیعی مواد غذایی اعم از اینکه قابل مصرف باشد یا خیر. گاهی ممکن است ماده‌ای به دلیل رسیدگی بیش از حد و لهیدگی، از حالت طبیعی خارج شود و امکان بسته‌بندی، حمل و نقل، نگهداری و توزیع آن وجود نداشته باشد. در چنین حالتی، ماده غذایی از حالت قابل استفاده خارج می‌شود. در حالی که در حد اعلای تکامل چه بسا دارای طعم، مزه، رنگ و بوی بهتری است و یا مواد غذایی حشره‌زده در اصل فاسد هستند. در حالی که پس از حشره‌زدایی قابل مصرف می‌باشند.

**ب — آلودگی:** آلودگی، عبارت است از وجود هر عامل یا ماده‌ای در مواد غذایی که وجود آن مطلوب نیست چه این عوامل یا مواد ماهیت شیمیایی داشته باشند و یا ماهیت بیولوژیکی. در چنین حالتی وجود این مواد یا عوامل، دلیل بر فساد نیست چون ممکن است عوامل و مواد ناخواسته اگرچه وجود دارند ولی هنوز فرصت فاسد کردن مواد غذایی را پیدا نکرده باشند.

**پ — سمیت مواد غذایی:** سمیت مواد غذایی به مواردی گفته می‌شود که در ماده غذایی مقداری سم شیمیایی یا میکروبی وجود داشته باشد. در بسیاری از موارد، وجود این مواد محسوس نیست. به عبارت ساده‌تر مواد غذایی در ظاهر کاملاً سالم و طبیعی به نظر می‌رسند در حالی که مصرف آنها موجب مسمومیت مصرف‌کننده می‌گردد.

به طوری که گفته شد مواد غذایی کم و بیش فسادپذیر هستند اما عوامل مؤثر بر فساد آنها گوناگون است. همه ما سیب گندیده، پیاز و سیب زمینی سبز شده، روغن و کره تند شده، گوشت بدبو شده، آرد آفت زده، نخود، لوبیا و عدس شپشه زده و غذاهای فاسد دیگری از این دست را دیده و تأسف خورده ایم که چرا این مواد که روزی می توانستند به مصرف تغذیه مردم برسند و سلامتی و نشاط برایشان بیاورند به صورت توده ای از زباله درآمده اند که در صورت باقیماندن در محیط زیست ممکن است باعث تعفن، آلودگی و انتشار بیماری گردند. شاید عده زیادی از ما از خود پرسیده باشیم که علت فساد مواد غذایی چیست و چطور می توان از بروز آن جلوگیری نمود. اهمیت این امر زمانی آشکار می شود که بدانیم که در کشور ما به طور متوسط یک سوم از مواد غذایی که با زحمت فراوان تهیه می شوند دستخوش آلودگی و فساد می گردند و این مقدار، کم و بیش برابر مقدار غذایی است که با صرف هزینه های زیاد ارزی و صرف وقت فراوان سازمانهای مسؤول وارد کشور می شود، در حالی که با رعایت اصول صحیح نگهداری و تحمل هزینه های کمتری می توانیم مواد غذایی را از شر عوامل مؤثر بر فساد حفظ نماییم.

### مهمترین عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی

۱- میکروارگانیسمها: میکروارگانیسمها (شامل باکتریها، کپکها و مخمرها) موجودات بسیار ریزی هستند که با چشم و حتی با ذره بینهای ضعیف هم قابل رؤیت نیستند اما در همه جا وجود دارند، در آب، خاک، هوا، اندامهای بدن انسان مانند دست، دهان، بینی و دستگاه گوارش؛ بنابراین همیشه امکان آلودگی مواد غذایی از طریق یکی از منابع مذکور به سادگی وجود دارد. گفتنی است که وجود اندک میکروب به ویژه میکروبهای غیربیماریزا در مواد غذایی برای انسان مسأله ای نمی آفریند چون روزانه میلیونها میکروب از راه آب، هوا و مواد غذایی وارد بدن ما می شوند بدون اینکه عارضه ای بوجود آورند. مسأله مهم این است که میکروبهای موجود در مواد غذایی بتوانند رشد، نمو و تکثیر نمایند و بیشتر مواد غذایی و غذاهای آماده مصرف به ویژه آن دسته که مقدار زیادی آب دارند مانند شیر، گوشت، مرغ، ماهی، انواع خورش و مانند اینها، محیط مناسبی برای رشد میکروبها هستند، حال اگر دمای محیط هم مناسب باشد رشد و نمو میکروبها حتمی است و نتیجه رشد و تکثیر میکروبها در مواد غذایی عبارت است از:

– عفونتهای غذایی که در بخش بهداشت مواد غذایی این مجموعه، درباره آنها صحبت خواهد

شد.

– مسمومیتهای غذایی که بحث مربوط به آن، در بخش بهداشت مواد غذایی گنجانده شده

است.

— فساد مواد غذایی که در اینجا به طور خلاصه مورد بحث قرار می‌گیرد.

ممکن است این پرسش پیش آید که میکروبها با اندازه‌های میکرونی یا هزارم میلیمتری چگونه می‌توانند سلامت ما را به خطر بیندازند و موجب بیماریهای عفونی، مسمومیت غذایی و فساد مواد غذایی شوند. در پاسخ به این سؤال باید توجه داشت که میکروبها اگر وارد مواد غذایی شوند و شرایط رشد آنها از نظر دما، رطوبت، pH مواد مغذی مناسب باشد به طور متوسط در هر ۲۰ تا ۲۵ دقیقه و حتی کمتر از یک بار تولید مثل می‌کنند و با تصاعد هندسی تعداد آنها زیاد می‌شود و با این حساب از یک میکروب، در ظرف مدت حدود ۷ ساعت، دو میلیون و در ۱۲ ساعت حدود هفتصد میلیون سلول میکروبی حاصل می‌شود و این حالت در شرایطی اتفاق می‌افتد که در ابتدا، تنها یک میکروب در مواد غذایی وارد شده باشد در حالی که در آغاز آلودگی، تعداد میکروبها بسیار بیشتر از این رقم است. بنابراین ظرف مدت کوتاهی تعداد میکروبها در مواد غذایی به حد غیرقابل شمارش می‌رسد و این تعداد بسیار زیاد سلول میکروبی می‌توانند به مقدار کافی سم برای مسمومیت مصرف کننده و به مقدار کافی آزیمهای گوناگون برای فساد، سنتز نمایند. البته همیشه رابطه تصاعد هندسی برقرار نیست و عوامل گوناگونی موجب می‌شوند که تکثیر سلولها به این حد نباشد اما همیشه خطر جدی است.

اما فساد ناشی از آلودگی میکروبی، به سنتز آزیمهای مختلف به وسیله میکروبها مربوط است. میکروبها آزیمهای مختلف را سنتز می‌کنند تا مواد غذایی را تجزیه کرده، از آنها برای تغذیه خود استفاده نمایند. اما گاهی مقدار این آزیم از این حد تجاوز کرده، فساد ماده غذایی، با سرعت زیادی انجام می‌گیرد.

آزیمهایی که به وسیله باکتریها، کپکها و مخمرها سنتز می‌شوند عبارتند از: آزیمهای مؤثر بر کربوهیدراتها، پروتئینها، چربیها و آزیمهای مؤثر بر بافت مواد غذایی. تعداد این آزیمها زیاد و واکنشهایی که در مواد غذایی انجام می‌دهند بسیار بالاست که بحث درباره تک تک آنها از حوصله این کتاب خارج است اما به طور کلی می‌توان گفت نتیجه این واکنشها، عبارت است از پیدایش مواد بدبو، بدرنگ، بدمزه، در مواد غذایی که موجب می‌شود مصرف کننده رغبتی به مصرف آن نداشته باشد. آزیمهایی مانند پکتاز، پکتیناز و پکتین استراز که از دسته کربوهیدرازها هستند روی بافت مواد غذایی مانند سبزیها و میوهها اثر می‌کنند و آنرا متلاشی می‌نمایند و به این ترتیب حالت فیزیکی و طبیعی این مواد دگرگون می‌شود و مصرف کننده از مصرف آنها خودداری می‌نماید و در نتیجه این مواد دور ریخته می‌شوند اگرچه، گاهی ممکن است این مواد قابل مصرف باشند. گفتنی است که از میان مواد غذایی فاسد آنهایی که ارزش غذایی بالاتری دارند دچار فساد شدیدتری می‌شوند و مصرف

آنها عوارض خطرناکتری به دنبال دارد. برای مثال، مصرف گوشت، ماهی، تخم مرغ، شیر و غذاهایی که در ترکیب آنها از این مواد استفاده شده باشد در قیاس با میوه‌ها و سبزیجات فاسد، خطرناکتر است.

## روشهای جلوگیری از فساد مواد غذایی به واسطه میکروارگانیسمها

**الف - جلوگیری از آلودگی مواد غذایی:** جلوگیری از آلودگی مواد غذایی، در عمل غیرممکن است زیرا به طوری که گفته شد میکروبها در همه جا وجود دارند و از راههای گوناگون از جمله هوا وارد مواد غذایی می‌شوند و خود هوا ممکن است بر اثر حضور میکروبهای دستگاه تنفس انسان و حیوانات آلوده شده باشد یا از طریق باد و طوفان با میکروارگانیسمهای محیط زیست (خاک، زباله‌ها، فاضلابها و ...) آلوده شده باشد.

**ب - از بین بردن میکروبهای مواد غذایی:** این کار مقدور است اما جلوگیری از آلودگی بعدی بسیار مشکل است. برای این منظور، باید مواد سالم سازی شده را در بسته‌های نفوذناپذیر حفظ کرد که این کار برای بسیاری از مواد غذایی غیرممکن است و هزینه زیاد در پی دارد و در عمل نمی‌توان از این راه استفاده کرد مگر در شرایط ویژه.

**پ - جلوگیری از رشد و نمو و فعالیت میکروبها در مواد غذایی:** برای این منظور باید شرایطی فراهم نمود که میکروارگانیسمها در صورت حضور در مواد غذایی نتوانند رشد و نمو و تکثیر نمایند. باید توجه داشت که عامل اصلی فساد حضور دارد و بنابراین باید عوامل کمکی را که موجبات رشد و تکثیر میکروارگانیسمها را فراهم می‌سازند از دسترس آنها دور ساخت. این شیوه، در عمل بهترین راه است و ما را به سمت راههای دیگر نگهداری مواد غذایی هدایت می‌کند. مهمترین عوامل کمکی برای رشد و تکثیر میکروارگانیسمها در این مورد عبارتند از آب، pH و دما. کم کردن آب موجود در مواد غذایی در موارد ممکن با خشک کردن، تغلیظ، استفاده از مواد جامد محلول مانند نمک و شکر موجب بروز وقفه در رشد و نابود شدن میکروارگانیسمها می‌شود.

استفاده از اسیدهای آلی خوراکی مانند سرکه، اسیدسیتریک با کم کردن pH هم مانع رشد باکتریها می‌گردد.

بالاخره استفاده از دمای پایین (چه دمای زیر صفر مانند دمای حدود ۲۵- تا ۱۸- و چه دمای بالای صفر حدود ۴+ تا ۱۰+) نقش مؤثری در نگهداری مواد غذایی دارد. برای زمانهای کوتاه نگهداری بسته‌به مواد از سردخانه‌های بالای صفر و برای زمانهای طولانی و بسیار طولانی، از دماهای زیر صفر با درجات کم و کمتر می‌توان استفاده نمود.

۲- آنزیمهای طبیعی مواد غذایی: بسیاری از مواد غذایی به ویژه سبزیها، میوهها، شیر، تخم مرغ، ماهی، گوشت، غلات و حبوبات در حالت طبیعی دارای آنزیمهای گوناگونی هستند که اگر با روش صحیح مهار نشوند موجب فساد می گردند. ماهیت عمل این آنزیمها مانند آنزیمهای میکروبی است که در بالا گفته شد و نتیجه عمل آنها تغییر در رنگ، بو، مزه و بافت مواد غذایی است که منجر به خارج شدن آنها از حالت قابل استفاده برای انسان می شود.

ممکن است این پرسش پیش آید که اگر مواد غذایی به طور طبیعی حاوی آنزیمهای مختلف هستند چرا تا زمانی که به گیاه متصل اند و یا پس از برداشت، بافت آنها آسیب ندیده است سالم می مانند؟ پاسخ این است که در حالت طبیعی این آنزیمها در لابه لای سلولها و بافتهای مواد غذایی محصورند و نمی توانند آزادانه وارد واکنشهای خود شوند. اما اگر هر عاملی موجب آسیب بافتی شود و سلولها و بافتها متلاشی گردند آنزیمها آزاد می شوند و می توانند وارد فضاهای بین ملکولی و بافتها شده، روی ترکیبات غذایی اثر نمایند. همزمان با این مرحله، امکان مداخله اکسیژن هوا در این حالت وجود دارد و سبب تشدید این واکنشها می شود. پدیده دیگری که می تواند موجب تشدید فساد پس از آزاد شدن آنزیمها شود، خاصیت یا اثر تشدید کنندگی آنزیمها بر یکدیگر است. این پدیده را «اثر سینرژیسم» می نامند که در آن ممکن است آنزیمها اثر یکدیگر را چند برابر افزایش دهند و اگر آنزیمی به تنهایی قادر به فساد نباشد به کمک آنزیمهای دیگر این کار را انجام می دهد. آسیبهای بافتی موجب می شود تا آنزیمهایی که هر یک به صورت خالص و مجزا در بخشی از بافت وجود دارند، آزاد شده با یکدیگر مخلوط شوند و اثر نمایند.

بدیهی است برای اینکه آنزیمها بتوانند وارد واکنشهای منجر به فساد شوند اولین شرط، مخلوط شدن آنها با اجزای مواد غذایی مانند پروتئینها، چربیها و کربوهیدراتهاست و برای این کار حضور آب ضروری است. به همین سبب، موادی که مقدار بیشتری آب دارند سریع تر فاسد می شوند و برعکس آن دسته از مواد غذایی که دارای مقدار آب کمی هستند مانند دانه غلات و حبوبات، در شرایط عادی برای ماهها و بلکه سالها قابل نگهداری هستند.

از طرف دیگر، واکنشهای آنزیمی تا حد زیادی تحت تأثیر دما هستند و در دمای پایین قادر به فعالیت نیستند اما دمای بالا هم موجب نابود شدن و عقیم ماندن آنها می شود.

## راههای پیشگیری از واکنشهای آنزیمی

بنابراین در اینجا نیز برای متوقف کردن واکنشهای آنزیمهای طبیعی می توان از یکی از راههای زیر استفاده نمود.

۱- حذف آب اضافی مواد غذایی با هر یک از روشهای ممکن و مناسب؛

۲- کاهش دما تا حدی که اثر آنزیم متوقف شود؛

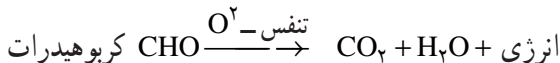
۳- افزایش دما تا حدی که آنزیمها عقیم شوند؛

۴- بالاخره جلوگیری از آسیبهای بافتی به مواد غذایی.

مورد آخر آنقدر مهم است که در برخی از کشورهای پیشرفته صنعتی، برای جابه‌جایی موادی مانند سیب، پرتقال، خربزه و مانند اینها از طرح و قالبهایی مانند شانه‌های تخم‌مرغ استفاده می‌شود تا این میوه‌ها به هنگام جابه‌جایی در جاده‌ها و هنگام بارگیری و تخلیه آسیب نبینند و دچار فساد نشوند.

۳- واکنشهای حیاتی یا متابولیکی: میوه‌ها، سبزیها، دانه‌های گندم، جو، برنج، عدس، نخود، لوبیا و مانند اینها، مواد جامد و بدون فعالیتی نیستند، بلکه در تمام مدت پس از برداشت تا مصرف به فعالیتهای حیاتی خود ادامه می‌دهند و از جمله اینکه تنفس می‌کنند و گاهی مراحل تکاملی آنها ادامه می‌یابد؛ مثلاً میوه‌هایی نظیر مرکبات، موز و گوجه‌فرنگی، ممکن است دارای پوست سبز باشند و با گذشت زمان و پس از برداشت از مزرعه تا مصرف، رنگ پوست آنها زرد، نارنجی و قرمز می‌شود و به اصطلاح می‌رسند.

واکنشهای متابولیکی این مواد اگر مهار نشود تا آنجا پیش می‌رود که منجر به فساد یا به عبارت ساده‌تر، تغییر حالت فیزیکی و شیمیایی آنها می‌شوند. در اثر تنفس، کربوهیدراتهای موجود در این مواد تجزیه شده و مقداری گاز کربنیک، آب و دما حاصل می‌شود، گاز کربنیک و دما وارد هوا می‌شود و آب جذب دانه می‌گردد.



به تدریج با بالا رفتن مقدار رطوبت و دما، واکنش تنفس تشدید می‌شود و یا فساد، افزایش می‌یابد و در نتیجه این عمل، از وزن محصول کاسته شده، میوه‌ها پلاسیده و دانه‌ها پوک می‌شوند. عمل رسیدن میوه‌ها و سبزیها که نوعی واکنش متابولیکی است در اثر فعالیت آنزیمهای طبیعی موجود انجام می‌شود و تا حدی موجب تکامل و بهبود کیفیت رنگ، طعم، بو، مزه و بافت می‌گردد و افزون بر آن موجب فساد می‌شود. برای نمونه میوه زردآلو تا زمانی که سبز است به حد تکامل نرسیده است و دارای بافت سفتی است که موجب سهولت جابه‌جایی آن می‌شود، به تدریج که عمل متابولیکی رسیدن آن (Ripening) ادامه می‌یابد، کم‌کم رنگ میوه زرد و بافت آن نرم می‌شود. در آخرین مرحله تکامل، رنگ میوه زرد است؛ بافت آن نرم و لطیف است و طعم و مزه‌اش در حد بسیار مطلوبی است اما پس از این مرحله، فرصت نگهداری میوه بسیار کوتاه است؛ لطافت بافت، موجب آسیب‌پذیری تشدید آن می‌شود. در اثر آسیب بافتی، آنزیمهای موجود آزاد می‌شوند و واکنشهای مربوط به خود را



انجام می‌دهند. اکسیژن هوا از محل آسیب‌دیده وارد بافت شده موجب تشدید فساد می‌شود. میکروارگانسمها و به‌ویژه اسپرکپک که به دلیل سبکی وزن در هوا معلق هستند از محل آسیب‌دیده وارد بافت شده شروع به رشد و نمو و تکثیر نموده، موجب گندیدگی و فساد می‌گردند. واکنشهای متابولیکی بیشتر تحت‌تأثیر آنزیمها قرار دارند و بنابراین روشهایی که مانع فعالیت آنزیمها می‌شوند به‌طور غیرمستقیم در مهار این واکنشها هم مؤثر هستند.

**۴- آفات انباری و حشرات:** آفات انباری و حشرات، بزرگترین رقیب انسان در غذای او به‌شمار می‌روند و به احتمال قوی، در آینده یکی از بزرگترین مشکلات زندگی او را تشکیل می‌دهند. حتی برخی از متخصصان این رشته پیش‌بینی می‌کنند که سرانجام بشر روزی مغلوب آنها خواهد شد چون تاکنون در برابر سختترین روشهای مبارزه هم مقاومت کرده‌اند؛ دارای صدها گونه شناخته شده هستند که به تمام مواد غذایی حمله کرده، آنها را نابود می‌کنند. میزان خساراتی که به واسطه حشرات، به مواد غذایی وارد می‌شود در گزارشهای گوناگون ۲۰ تا ۵۰ درصد ذکر شده است، اعداد و ارقام مربوط به کشورهای گرمسیر و معتدل بیشتر است، حتی کشورهای پیشرفته صنعتی هم از آسیبهای این موجودات در امان نیستند. تنها در کشور امریکا سالانه حدود ۲۰ میلیون تن غلات، در اثر حمله آفات انباری ضایع می‌شود. گونه‌های مختلف آفات انباری در تمام دنیا پراکنده هستند و با گسترش تجارت بین‌المللی روزبه‌روز دامنه آلودگی و فساد مواد غذایی به واسطه این آفات، گسترده‌تر می‌شود. حشرات، به شیوه‌های مختلف مواد غذایی را آلوده یا فاسد می‌کنند: پاره‌ای از آنها، آلودگی را از مزرعه شروع می‌کنند؛ روی گل یا در مراحل تکامل روی دانه‌ها یا داخل آنها تخم‌گذاری می‌کنند. پاره‌ای دیگر صددرصد انباری هستند و محدوده فعالیتشان از چهاردیواری انبار یا فرآورده‌ای که در آن قرار گرفته‌اند تجاوز نمی‌کند. برخی دیگر یک دوره از زندگی خود را در انبار و دوره دیگر را در خارج از آن سپری می‌کنند.

زیانهایی که به واسطه حشرات به مواد غذایی وارد می‌شود به اشکال مختلف صورت می‌گیرد: برخی از آفات، بخش عمده‌ای از محصول را برای تغذیه خود مورداستفاده قرار می‌دهند و این امر به‌ویژه با توجه به اینکه بعضی از گونه‌ها هر بار ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ تخم می‌گذارند و هر سال چندین بار تخم‌گذاری می‌کنند دارای اهمیت زیادی است.

برخی دیگر با آلوده کردن مواد غذایی و فعالیت در آن، تغییرات نامطلوبی در رنگ، بو و مزه ایجاد می‌کنند. دسته دیگر، عوامل آلودگی را به محصول منتقل می‌نمایند.

برای حد آلودگی، اعداد و ارقام گوناگونی ارائه شده است. در کشورهای غنی که از نظر غذا محدودیتی ندارند حد مجاز بسیار پایین است و برعکس در کشورهای فقیر از این نظر محدودیت

جدی وجود ندارد و مواد حشره زده به مصرف تغذیه مردم می‌رسند.  
برای حشره‌زدایی و جلوگیری از ضایعات مواد غذایی از این طریق، راههای بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی پیشنهاد شده است.

در روش بیولوژیکی از دشمنان حشرات برای مبارزه علیه آنها استفاده می‌شود. این روش در عمل و در سطح وسیع موفقیت زیادی نداشته است و نیاز به پژوهشهای پرمنا، برای یافتن دشمن مؤثر علیه حشرات و بی‌ضرر برای انسان و موجودات زنده، مفید می‌باشد.

در روشهای فیزیکی از دمای بالاتر از  $6^{\circ}\text{C}$  و کمتر از  $0^{\circ}\text{C}$  برای نابود کردن حشرات و دمای کمتر از  $12^{\circ}\text{C}$  برای متوقف کردن رشد آنها استفاده می‌شود. این روشها نیز همیشه مقدور نیست و در پاره‌ای نقاط، هزینه زیادی دربر دارد و امکانات زیادی نیازمند است. همچنین از گذشته‌های دور، مخلوط کردن غلات و حبوبات با خاکهای معمولی برای جلوگیری از فساد، متداول بوده و هست زیرا حشرات بر روی دانه‌های آغشته به خاک تخم‌گذاری نکرده، از آن برای تغذیه خود کمتر استفاده می‌کنند. در پاره‌ای از کشورها مخلوط کردن مواد غذایی با نمک کاربرد دارد.

ناکارآمد بودن روشهای بالا، موجب شده که در حال حاضر بیشتر از روشهای شیمیایی استفاده می‌شود. در این روش، از ترکیبات سمی با وزن ملکولی کم مانند برمومتیل که به صورت مایع است و فوستوکسین که به صورت قرص یا حب، به بازار عرضه می‌شود استفاده می‌گردد. این مواد را اصطلاحاً «فومیگان» یا «دودزا» (Fumigan) می‌نامند. چون در عمل به صورت توده‌ای گازی شکل درآمده، در توده‌های مواد غذایی نفوذ می‌کنند و حشرات را از طریق تنفس بوی آلوده به سم نابود می‌نمایند. ترکیبات دیگری مانند اکسیداتیلن و اکسید پروپیلن و گوگرد در این دسته قرار می‌گیرند. پاره‌ای از ترکیبات شیمیایی سمی به صورت مایع بر روی مواد غذایی یا محلهای آلوده پاشیده می‌شود و موادی هم هستند که به صورت بودر برای مبارزه به کار می‌روند، این مواد از طریق تماس جلدی اثر می‌کنند.

کاربرد سموم برای مبارزه با حشرات کاری است فنی و به اطلاعات وسیعی درباره نحوه زندگی آفات و نحوه عمل سموم نیاز دارد. بنابراین باید آگاهانه انجام گیرد و کار مبارزه باید در جای مناسب از جمله مزارع، وسایط حمل و نقل، انبارهای نگهداری و محیطهای زیست حشرات صورت پذیرد.

۵- **جوندگان:** جونده‌ها، از جمله مخرب‌ترین عوامل ضایعات و فساد مواد غذایی هستند. هر موش روزانه معادل ده درصد وزن خود غذا می‌خورد و به‌طور متوسط هر سال حدود  $12/5$  کیلوگرم غذا مصرف می‌کند و مقادیر بسیار زیادتری از مواد غذایی را به فضولات خود، میکروبها، انگلها و سایر عوامل آلوده‌کننده محیط زیست آلوده می‌کند. هر موش در سال  $25000$  فضله به وزن تقریبی

۰/۹ تا ۱/۸ کیلوگرم وارد محیط و مواد غذایی می‌کند و مقدار زیادی از مواد غذایی را با ادرار خود آلوده می‌سازد. وجود موی موش در مواد غذایی قابل تحمل نیست و در کشورهای اسلامی ردپای موش روی مواد غذایی موجب نجس قلمداد شدن و دور ریختن آنها می‌شود. بنابراین مبارزه با موش در واحدهایی که با مواد غذایی سروکار دارند ضروری است. برای این منظور راههای زیادی وجود دارد.

## عوامل فرعی یا کمکی مؤثر بر فساد مواد غذایی

پاره‌ای از عوامل مؤثر بر فساد، به‌طور مستقیم در انجام این امر دخالت ندارند بلکه نقش خود را به‌طور غیرمستقیم ایفا می‌نمایند. مهمترین این عوامل عبارت‌اند از:

**الف — آب:** وجود مقدار زیاد آب در مواد غذایی، شرایط را برای تکثیر میکروارگانیسم مساعد می‌کند. میکروارگانیسم، در نبود آب و یا کمبود آن (کمتر از حدّ معین) قادر به رشد و نمو و تکثیر نیستند، حضور آب همچنین برای فعالیت آنزیمها ضروری است و در محیطهایی که آب کافی وجود ندارد آنزیمها نمی‌توانند با مواد غذایی مخلوط شده و روی ترکیبات آنها اثر نمایند.

**ب — اکسیژن:** اکسیژن نیز برای رشد میکروارگانیسمهای هوازی و هوازی اختیاری و فعالیت پاره‌ای از آنزیمها به‌ویژه آنزیم اکسیداز لازم است و در غیاب اکسیژن واکنشهای اکسیداتیو و آنزیمی مختل می‌شود.

**پ — نور:** نور، رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمها و شدت واکنشهای آنزیمی و شیمیایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین با تنظیم آن می‌توان مانع فساد گردید.

**ت — عوامل مکانیکی:** با درهم شکستن نظم سلولی و بافتی، راه نفوذ میکروارگانیسمها به داخل بافت را فراهم می‌کنند و آنزیمهای طبیعی محصور شده بین سلولها و بافتها را آزاد می‌نمایند و بنابراین به‌نوعی در فساد دخالت دارند.

**ث — دما:** در حدّ معینی موجب تشدید فعالیتهای میکروبی، واکنشهای آنزیمی و شیمیایی می‌شود و بالاتر از آن موجب انهدام سلولها، بافتهای مواد غذایی و میکروارگانیسمها از یک طرف و انهدام و مساعد کردن شرایط برای آلودگی ثانویه و فساد سریعتر در مرحله بعد می‌شود. در شرایط غیرعادی چنانچه دما خواسته یا ناخواسته از حدّ معینی پایین‌تر رود و موجب انجماد شود نیز از یک طرف موجب منهدم شدن میکروارگانیسمها یا وقفه در رشد آنها می‌شود اما چنانچه انجماد در شرایط صحیح صورت نگیرد، کریستالهای درشت یخ در بافت، تشکیل شده، به آن آسیب می‌رساند. در چنین شرایطی پس از خارج کردن مواد غذایی از حالت انجماد، بافت آسیب دیده به‌شدت در معرض فساد قرار می‌گیرد.

## خودآزمایی

- ۱- تعریف فساد و آلودگی را بیان نمایید.
- ۲- مهمترین عوامل مؤثر بر فساد را نام ببرید.
- ۳- نتیجه رشد و تکثیر میکروبها در مواد غذایی را شرح دهید.
- ۴- روشهای جلوگیری از فساد مواد غذایی توسط میکروارگانیسمها را توضیح دهید.
- ۵- راههای پیشگیری از واکنشهای آنزیمی را بیان نمایید.
- ۶- زبانهایی که به واسطه حشرات به مواد غذایی وارد می‌شود، شرح دهید.
- ۷- راههای جلوگیری از فعالیت حشرات را نام ببرید.
- ۸- مهمترین عوامل فرعی مؤثر بر فساد مواد غذایی را ذکر کنید.



### اصول و روشهای نگهداری و تبدیل مواد غذایی

- هدفهای رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:
- ۱- اصول اساسی که روشهای مختلف نگهداری مواد غذایی بر آن استوار است را شرح دهد.
  - ۲- با روشهای مختلف نگهداری مواد غذایی آشنا شود.
  - ۳- عملیات لازم برای نگهداری غذا با استفاده از گرما را شرح دهد.
  - ۴- مزایای نگهداری مواد غذایی با سرما را توضیح دهد.
  - ۵- اصول تبدیل فرآورده‌های شیر را ذکر کند.

### ۴- اصول و روشهای نگهداری و تبدیل مواد غذایی

مقدمه: نگهداری مواد غذایی در طول تاریخ همواره یکی از بزرگترین مشکلات اکولوژیکی انسان را تشکیل می‌داده است، زیرا بشر برای نگهداری مواد غذایی خود از فصل برداشت و ففور مواد غذایی برای فصلهای دیگر سال، همواره، با موجودات کوچک و بزرگ مزاحمی که خود را شریک غذای او می‌دانسته‌اند مواجه بوده است و بسیاری از این موجودات هنوز مغلوب بشر نشده‌اند و پیش‌بینی می‌شود که در آینده روزی غالب گردند.

بدیهی است برای نگهداری مواد غذایی با استفاده از روشهای مناسب وقتی، تاریخ دقیق و معینی را نمی‌توان ارایه نمود؛ زیرا این روشها بسته به شرایط محیط زندگی انسانها در نقاط مختلف دنیا متفاوت و روزبه‌روز درحال تحول بوده است و گاه هدفهای دیگری مانند تبدیل مواد اولیه به فرآورده‌های گوناگون با آنها همراه گردیده است. به‌طور کلی می‌توان گفت انجام هرکاری که موجب افزایش زمان قابلیت نگهداری مواد غذایی شود در واقع نوعی روش نگهداری است که ممکن است

فرآیندی ساده یا پیچیده باشد.

این روشها بر سه اصل مهم زیر استوار هستند :

۱- نابود کردن میکروارگاناسمهای موجود در مواد غذایی یا جلوگیری از رشد و نمو فعالیت آنها ؛

۲- جلوگیری از آلودگی دوباره مواد غذایی سالم سازی شده، به وسیله میکروبها و سایر عوامل مؤثر بر فساد که با انجام نوعی بسته بندی عملی می شود ؛

۳- عقیم کردن آنزیمها و از بین بردن سایر عوامل مؤثر در واکنشهای شیمیایی منجر به فساد. بدیهی است در طول تاریخ در نقاط مختلف دنیا روشهای نگهداری گوناگونی مورد استفاده قرار گرفته است که در این جا به طور خلاصه درباره پاره ای از مهم ترین و رایجترین آنها بحث می شود.

## ۱- انبار کردن مواد غذایی

انبار کردن، یکی از قدیمترین و رایجترین روشهای نگهداری مواد غذایی در تمام دنیاست. از انبارهای ساده، فنی و سیلوها می توان برای نگهداری مواد اولیه و فرآورده های مواد غذایی گوناگون استفاده نمود.

به طور کلی انبارهای مناسب برای نگهداری مواد غذایی باید دارای ویژگیهای زیر باشند :

- نفوذناپذیری در برابر رطوبت ؛

- نفوذناپذیری در برابر دما ؛

- نفوذناپذیری در برابر حشرات، جوندگان و آفات انباری ؛

- مجهز بودن به سیستمهای طبیعی و مصنوعی تهویه ؛

- مجهز بودن به سیستمهای جستجو، شناسایی و مبارزه با آفات انباری ؛

- برخورداری از انبارهای قرنطینه برای نگهداری کوتاه مدت و اطمینان از سالم بودن

مواد غذایی ؛

- مجهز بودن به وسایل لازم برای اندازه گیری و ثبت دما و رطوبت نسبی.

برای رسیدن به هدفهای بالا طراحی انبار به ویژه موقعیت اقلیمی، نوع مصالح ساختمانی، سیستمهای عایق بندی، روش انبار کردن و سیستمهای کنترل، نقش بسیار مهمی دارد که در کتاب جداگانه ای در ارتباط با درس سردخانه و انبار درباره آنها به تفصیل بحث خواهد شد.

## تأثیر شرایط انبارهای نگهداری بر روی مواد غذایی

مواد غذایی در حین نگهداری در انبارها ممکن است به وسیله عوامل گوناگون دستخوش تغییرات نامطلوب شوند. این تغییرات به واسطه آنزیمها، میکروارگانیسمها و تنفس انجام می‌گیرد که در بخش عوامل مؤثر بر فساد درباره آنها بحث شده است.

اما در طی زمان نگهداری مواد غذایی در انبارها عوامل دیگری نیز ممکن است موجب تغییرات مواد غذایی شوند که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

- تغییر مواد مغذی مانند چربیها، پروتئینها و کربوهیدراتها؛
  - واکنشهای بین اجزای غذایی مانند مایارد؛
  - واکنش بین مواد مغذی و عوامل محیطی مانند، اکسیژن، گاز کربنیک؛
  - آب و مواد بسته‌بندی به‌ویژه مواد پلاستیکی، نایلونی و فلزی بدون محافظ؛
  - واکنش بین مواد مغذی و مواد افزودنی عمدی و غیر عمدی؛
  - واکنشهای فیزیکوشیمیایی که در اثر تغییر شرایط اقلیمی اتفاق می‌افتد؛ مانند ذوب چربیها در اثر بالا رفتن دما و تشدید فعالیت آنزیمها و میکروارگانیسمها و تشدید واکنشهای اکسیداتیو، تغییرات حاصل در تابش نور، بیات شدن، دفع یا جذب رطوبت و مانند اینها؛
  - تغییر pH در اثر رشد میکروارگانیسمها و سنتز اسیدهای آلی به‌واسطه آنها؛
  - تغییرات ناشی از رشد و نمو و تکثیر آفات انباری.
- بنابراین برای اینکه مواد غذایی در فاصله نگهداری در انبارها سالم بمانند باید شرایط انبار به‌دقت کنترل شود، از طرف دیگر، برای هر یک از مواد غذایی شرایط ویژه‌ای لازم است که باید به‌طور صحیح گزینش و به‌کار گرفته شود.

مهمترین عواملی که در انبارهای نگهداری باید کنترل شوند عبارت‌اند از:

**الف - دما:** دمای انبارهای نگهداری، تابعی است از دمای موادی که وارد آنها می‌شود و دمای انبار که خود تابعی از دمای هوا و سیستمهای سرمایش احتمالی است، درباره برخی از مواد غذایی مانند غلات، دمای ناشی از تنفس و رشد و نمو و تکثیر آفات انباری نیز در این مورد مؤثر می‌باشند. تغییر دما در انبار موجب افزایش یا کاهش واکنشهای بیوشیمیایی (فعالیت آنزیم) و بیولوژیکی (رشد و نمو باکتریها) و تنفس می‌شود و در نتیجه این واکنشها و تغییرات زیر در مواد غذایی نگهداری شده در انبارها رخ می‌دهد:

- کاهش وزن در اثر تنفس و تبدیل کربوهیدراتها به گاز کربنیک، دما، آب و همچنین تغذیه آفات

انباری؛

– کاهش کیفیت خوراکی مواد غذایی؛

– کاهش زمان قابلیت نگهداری.

برای کم کردن این تغییرات بهترین راه کاهش دمای محل نگهداری مواد غذایی است.

**ب – رطوبت نسبی هوای انبار:** در طول زمان نگهداری مواد غذایی در انبارهای نگهداری، بین رطوبت مواد غذایی و رطوبت نسبی هوای انبار تبادل صورت می‌گیرد. مواد غذایی با رطوبت زیاد مانند سبزیها و میوه‌ها رطوبت خود را از دست می‌دهند و بخشی از رطوبت آنها تبخیر و وارد فضای انبار می‌شود و میوه و سبزی، پلاسیده و پژمرده می‌گردد و گاه این رطوبت با تغییر دما و سرد شدن متراکم شده، به صورت قطرات آب در جایی از محصول جذب می‌گردد و با این عمل، میکروارگانیسم به ویژه کپکها در این نقاط رشد می‌کنند. در مورد دانه‌هایی مانند غلات، تنفس در این نقاط تشدید می‌شود و فساد تسریع می‌گردد.

برعکس، نگهداری مواد غذایی خشک یا خشک شده که هیگروسکوپیک<sup>۱</sup> هستند در انبارهایی که دارای هوا با رطوبت نسبی بالایی هستند موجب می‌شود که مقداری از رطوبت نسبی هوا جذب این مواد شده، شرایط فساد آنها فراهم گردد.

برای جلوگیری از این تغییرات، لازم است بین رطوبت نسبی هوای انبار و رطوبت مواد غذایی موردنظر تعادل برقرار باشد.<sup>۲</sup>

**پ – ترکیب هوای انبار:** مقدار اکسیژن گازکربنیک، بخار آب و سایر گازهای موجود در هوای انبار در حالت طبیعی برای نگهداری بسیاری از مواد غذایی مناسب نیست و باید آنها را به نحوی تغییر داد که تغییرات مواد غذایی نگهداری شده در انبار به حداقل برسد.

به همین دلیل، امروزه برای نگهداری بسیاری از مواد غذایی، ترکیب هوای انبار را تغییر می‌دهند و این عمل را «نگهداری در انبار با اتمسفر کنترل شده»<sup>۳</sup> یا اتمسفر تغییر یافته<sup>۴</sup> می‌گویند.

در بیشتر موارد، لازم است مقدار گاز کربنیک افزایش داده شود، برای نمونه با اضافه کردن CO<sub>۲</sub> به اتمسفر انبارهای نگهداری غلات، می‌توان زمان نگهداری آنها را به میزان قابل ملاحظه‌ای بالا برد و اساس نگهداری غلات و حبوبات در ظروف سر بسته یا کندوهای گلی و انبارهای زیرزمینی بر همین مبناست. در ظروف و محلهای سر بسته تنفس کند می‌شود و به علت کم شدن تدریجی اکسیژن در اثر تنفس دانه و آفات، کم کم شرایط به سمت بی‌هوازی پیش می‌رود و آفات انباری خفه می‌شوند و واکنشهای اکسیداسیون هم متوقف می‌گردند. در نتیجه عمل فساد هم متوقف می‌گردد.

۱- Hygroscopic

۲- Equilibrium Relative Humidity

۳- Controlled Atmospher - storage (CA)

۴- Modified Atmospher - storage (MA)



گذشته از کنترل اکسیژن و گاز کربنیک هوای انبار، در پاره‌ای موارد می‌توان با اضافه یا کم کردن گازهایی که در هوا وجود ندارند (مانند اتیلن) عمل رسیدن میوه و سبزی را سرعت بخشید یا متوقف نمود؛ همچنین می‌توان از جوانه‌زدن سیب‌زمینی و پیاز جلوگیری نمود.

## ۲- نگهداری غذا با استفاده از گرما

همان‌طور که گفته شد عوامل فساد عبارت‌اند از: موجودات ذره‌بینی، اکسیداسیون غذا و سایر واکنش‌های شیمیایی که بیشتر نیاز به وجود آنزیم دارند، در اثر دما موجودات ذره‌بینی از بین رفته و آنزیم غیرفعال می‌شوند.

بنابراین چنانکه غذایی در ظروف نفوذناپذیر بسته‌بندی شده باشد دیگر علتی برای تغییر یا فساد آن باقی نخواهد ماند و تنها ممکن است پس از مدت‌های بسیار طولانی در اثر واکنش‌های بسیار کند شیمیایی که احتیاج به آنزیم ندارند تغییر مزه داده، تا حدی از نظر طعم نامطلوب شوند.

در تمام فرآیندهای آماده‌سازی غذا و سترون‌سازی سعی بر این است که حداقل صدمه به ارزش غذایی و خوراکی آن وارد شود بنابراین مقدار دمایی که به غذا داده می‌شود باید حداقل مقدار لازم برای از بین بردن میکروبها و آنزیمها و خروج اکسیژن باشد.

عملیات لازم برای نگهداری غذا با استفاده از گرما: فرآیندهای لازم برای کنسرو کردن غذاهای مختلف با یکدیگر متفاوت می‌باشد.

این فرآیندها عبارت‌اند از:

- ۱- گزینش گونه مناسب و تعیین برنامه کاشت و داشت و حمل به کارخانه؛
- ۲- عملیات آماده‌سازی غذا (درجه‌بندی، تمیزکردن، جداسازی، خردکردن و غیره)؛
- ۳- پرکردن (مایع، جامد، گاز و غیره) در بسته؛
- ۴- خارج کردن اکسیژن و سایر گازها از بسته؛
- ۵- دربندی و نشانه‌گذاری؛
- ۶- استریل کردن (سترون کردن)؛
- ۷- سرد کردن؛
- ۸- برجسب زدن و انبار کردن؛
- ۹- نمونه‌گیری و کنترل کیفی و کمی.

## الف - سترون سازی

سترون سازی: منظور از سترون سازی غذاهای بسته بندی شده، جلوگیری از تغییر حالت و فساد آنها در شرایط انبارداری، بخش و فروش است. طبق این تعریف، چنانچه موجود زنده غیر مضر در غذا یافت شود که تحت شرایط فوق نتواند سبب فساد غذا و به خطر افتادن سلامت مصرف کننده شود، وجودش در غذا قابل تحمل خواهد بود. به همین سبب برای نگهداری غذاهای اسیدی که pH آنها زیر ۴/۵ باشد دمای پاستوریزه کردن قوی، یعنی گرما دادن آنها به حدود  $90^{\circ}\text{C}$  کافی خواهد بود. در حالی که برای حفاظت غذاهای کم اسید، با pH بالاتر از ۴/۵، که اسپورباکتریهای بیماریزا می توانند در آنها رشد و فعالیت کنند دمای بالاتر از  $100^{\circ}\text{C}$  لازم است.

طبق تعریف تنها از بین بردن میکروبیهای بیماریزا برای انسان را «پاستوریزه کردن» می گویند، در حالی که از بین بردن کلیه میکروبیهای فعال و اسپورهایی را که در چنین غذایی می توانند رشد و فعالیت کنند را «استریلیزاسیون تجارتي» می نامند.

اصول سترون سازی: برای استریل کردن غذاهای قوطی شده، از گرما استفاده می کنند.

عوامل مؤثر در استریلیزه کردن عبارتند از:

۱- تعداد میکروبیها در واحد حجم؛

۲- شرایط محیط (pH، وجود نمکها و مواد شیمیایی)؛

۳- وضعیت میکروبیهای موجود (آیا قبلاً به گرما یا سرما مأنوس شده اند یا نه)؛

۴- دما و زمان استریلیزاسیون.

برای استریلیز کردن غذاهای کم اسید و غیراسیدی باید فرض را بر این گذاشت که مقاومترین میکروبیها نسبت به گرما در آنها موجود است. برای این منظور مبنای کار را بر روی میکروب اسپورساز بی هوازی به نام کلستریدیوم بوتولینیوم<sup>۱</sup> که در غذاهای غیراسیدی سم بسیار خطرناکی تولید می کنند، قرار داده اند.

طرق مختلف سترون سازی: دستگاههای مختلفی که به کمک آنها غذا را سالم سازی می کنند

به دو گروه تقسیم می شوند:

۱- اتوکلاو (Retorts): انواع مختلف اتوکلاو برای استریل کردن غذاهای بسته بندی شده در

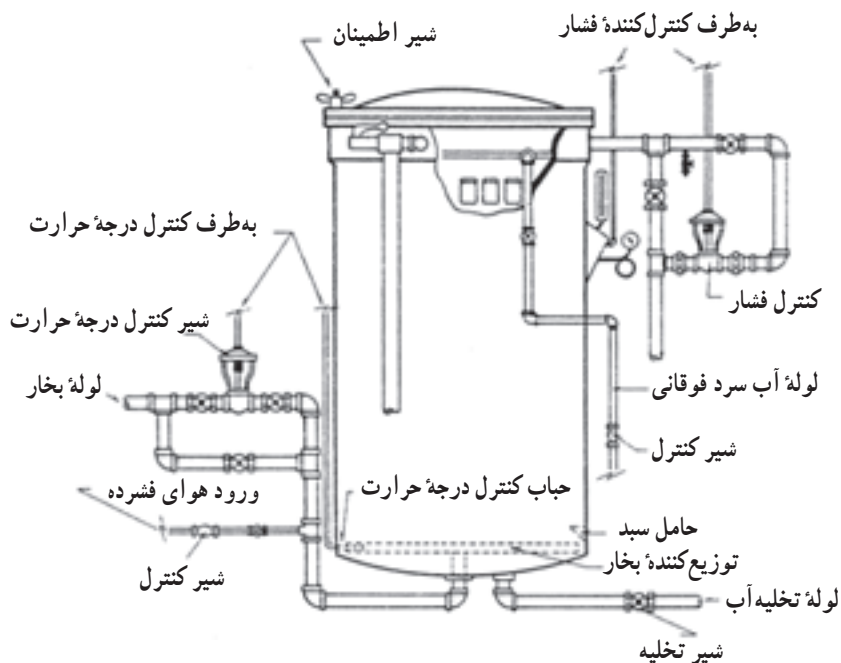
شیشه، قوطی حلبی و یا کیسه های پلاستیکی به کار می روند.

الف - اتوکلاو ثابت افقی یا عمودی: که با بخار آب کار می کند. این نوع اتوکلاو ممکن است

به هوای فشرده متصل باشند که در حین سرد شدن بسته ها، از آن برای خنثی کردن فشار داخل

۱- Clostridium botulinum

قوطیها استفاده شود.



شکل ۱-۴- اتوکلاو عمودی با ملحقات متعدد کنترل کننده

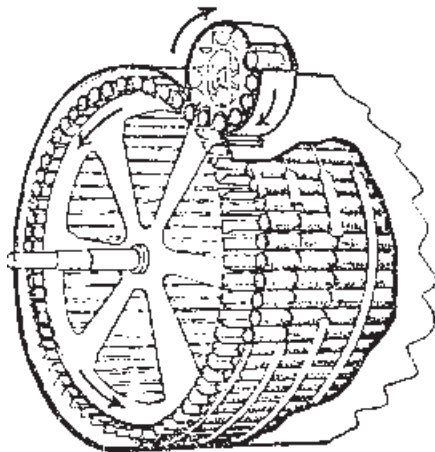
ب- اتوکلاو افقی متحرک: که سبدهای غذا حین استریل شدن در آن می چرخند و تحت فشار بخار آب کار می کنند.

پ- اتوکلاو مداوم: که قوطیها یا شیشه‌های غذا از یک طرف وارد شده، مسیرهای مختلف استریلیزه شدن، سرد شدن و خشک کردن را طی کرده، از طرف دیگر خارج می شوند.

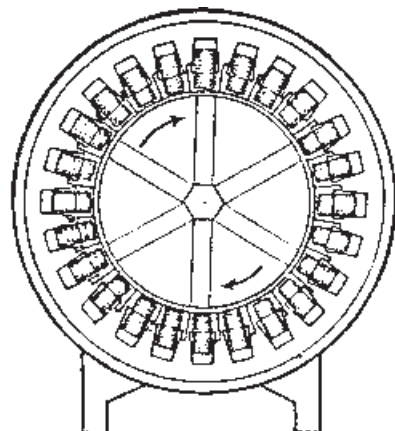
ت- اتوکلاوهای هیدرواستاتیک: که ظروف غذا از سویی وارد شده، پس از طی مراحل مختلف از طرف دیگر خارج می شوند. فشار بخار آب در این سیستم به کمک ستون آب تنظیم می شود.

۲- دستگاههای استریل کننده غذاهای مایع و نیمه مایع: از این دستگاهها برای پاستوریزه کردن یا استریل کردن غذاهای مایع استفاده می شود و انواع آن عبارتند از:

الف- دستگاههای تبادل دمای صفحه‌ای: مانند آنچه در کارخانه‌های شیر پاستوریزه یا کارخانه‌های تهیه آب میوه کاربرد دارد. در این سیستمها یک لایه نازک غذا به وسیله دو لایه ماده‌ی گرم کننده و سردکننده احاطه می شود و در زمان بسیار کوتاه به دمای استریل رسیده، فوری سرد می شود.



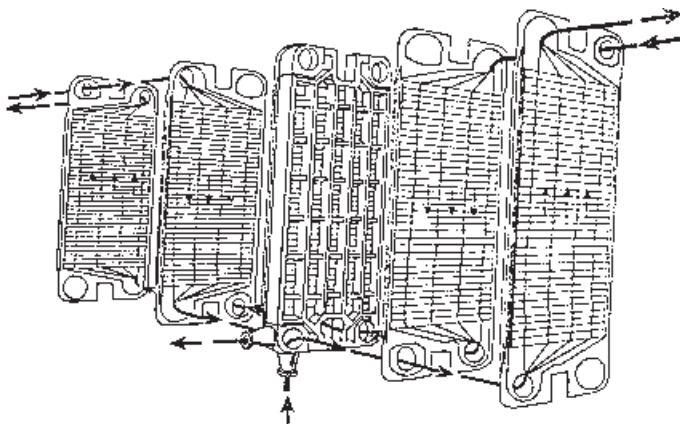
ب - اتوکلاو چرخان دایم (تحرک جدار به جدار)



الف - اتوکلاو چرخان غیر دایم (تحرک انتها به انتها)

شکل ۲-۴ - شمای اتوکلاوهای فشاری که در آن قوطیها درحین فرآیند متحرک هستند.

ب - دستگاه استریل‌کننده لوله‌ای: این سیستم بیشتر برای غذاهایی با غلظت بیشتر به کار می‌رود، در این روش مواد غذایی مانند رب گوجه‌فرنگی از داخل لوله‌های نازک عبور کرده و از خارج با بخار آب دما داده می‌شود. برای جلوگیری از سوختگی سطحی یک سری تیغه‌های ویژه، غذا را از جدار تراشیده، به جلو می‌رانند.



شکل ۳-۴ - مسیر شیر در صفحات پاستوریزاتور صفحه‌ای

پ- دستگاه استریل‌کننده مجهز به خلأ: در این سیستم که باز برای غذاهای مایع مانند شیر به کار می‌رود، غذا با بخار فوق‌العاده گرمی مخلوط شده، در زمانی بسیار کوتاه (حدود یک دهم ثانیه) دما تا حد گرمای استریل بالا می‌رود و آنگاه در شرایط خلأ، مقدار آب مخلوط شده با شیر از آن گرفته می‌شود و بدین ترتیب، شیر سرد و آماده بسته‌بندی می‌شود.

این روشها را که در آنها غذاهای مایع یا نیمه‌مایع به یکی از شیوه‌های مذکور استریل شده، تحت شرایط استریل در ظروفی که جداگانه استریل شده‌اند، پرو بسته‌بندی می‌شوند، روش «اسپتیک<sup>۱</sup>» می‌گویند.

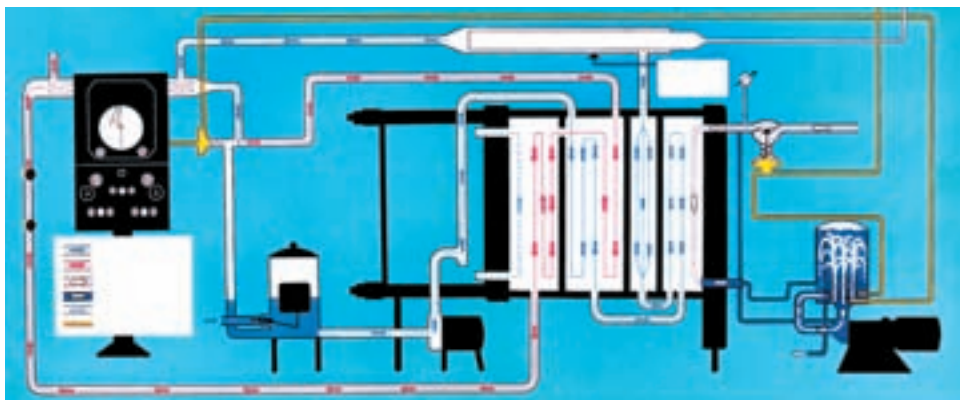
### ب- پاستوریزه کردن

پاستوریزه کردن، روشی است که در آن از دماهای کمتر از  $100^{\circ}\text{C}$  برای از بین بردن باکتریهای بیماریزا برای انسان و غیرفعال نمودن آنزیمها استفاده می‌شود.

در این روش، تعدادی از میکروبهای غیربیماریزا باقی می‌مانند که برای جلوگیری از فعالیت آنها پس از پاستوریزه کردن باید فرآورده پاستوریزه شده مانند شیر در سرما نگهداری شود. گزینش دما و زمان در پاستوریزه کردن، رابطه عکس دارند.

در دمای کم، زمانی طولانی<sup>۲</sup> و در دمای زیاد، زمان کوتاهتر H.T.ST<sup>۳</sup> است.

در مورد شیر، در روش اول دمای  $66^{\circ}\text{C}$  -  $63^{\circ}\text{C}$  و به مدت  $30$  دقیقه و در روش دوم دمای  $72^{\circ}\text{C}$  در مدت  $15$  ثانیه یا  $82^{\circ}\text{C}$  به مدت  $2$  ثانیه به کار می‌رود یا این که در پاستوریزه سریع (Flash pasteurization) شیر را تا حدود  $85^{\circ}\text{C}$  حرارت داده، بلافاصله خنک می‌کنند.



شکل ۴-۴- دیاگرام یک سیستم پاستوریزه کردن مداوم شیر

۱- Aseptic

۲- Low Temperature long Time

۳- High Temperature Short Time

## پ - بلانچینگ<sup>۱</sup>

از این روش برای از بین بردن آنزیمهای طبیعی میوه‌ها و سبزیها استفاده می‌شود. چون انجماد فعالیت آنزیمها را کاملاً متوقف نمی‌کند. «بلانچینگ» را معمولاً قبل از یخ زدن سبزی و میوه و فرآیندهای آماده‌سازی انجام می‌دهند. مزایای این عمل عبارت‌اند از:

- ۱- غیرفعال کردن آنزیمها و جلوگیری از تغییر طعم، بو و رنگ مواد غذایی؛
  - ۲- از بین بردن تعداد زیادی از میکروبهای موجود در سطح محصول؛
  - ۳- تثبیت رنگ بعضی سبزیها مانند هویج؛
  - ۴- شستن و جدا کردن گل و مواد خارجی از روی محصول؛
  - ۵- خارج کردن هوای محبوس در بافت محصول؛
  - ۶- از بین بردن طعم و بوی نامطبوع خارجی؛
  - ۷- نرم شدن بافت، کم شدن حجم و آسان کردن بسته‌بندی مانند کنسرو اسفناج.
- مقاومترین آنزیمهایی که باید در بلانچینگ از بین بروند، کاتالاز و پراکسیداز هستند که با از بین رفتن آنها، آنزیمهای دیگر نیز بی‌اثر می‌شوند.

### روشهای بلانچینگ

**الف - بلانچینگ با آب داغ یا آب جوش:** این روش ساده‌ترین روش بلانچینگ است که می‌توان با یک ظرف آب داغ و یک آبکش آن را انجام داد. میوه یا سبزی را در آبکش ریخته، حدود یک یا چند دقیقه (بسته به اندازه قطعات) در آب داغ فروبرده، نگاه می‌دارند سپس آن را در آب سرد فروبرده، به سرعت سرد می‌کنند.

با این روش رنگ سبزی، طی مراحل نگهداری بعدی بهتر حفظ می‌شود.

معایب این روش عبارت‌اند از:

۱- در این روش مصرف آب زیاد است و بهتر است برای صرفه‌جویی از روشهای دیگر استفاده شود.

۲- مقداری از اجزای غذایی در آب جوش وارد می‌شود.

**ب - بلانچینگ با بخار آب:** این روش، اشکال نشت مواد مغذی به داخل آب را ندارد. سرعت آن بیشتر از روش پیشین است و برای سبزیهایی مانند مارچوبه، گوجه‌فرنگی و نخودسبز مناسب است.

پ - بلانچینگ خشک: این روش که در انتهای عمل خشک کردن به وسیله گاز گوگرد و اسیدسیتریک و یا نمک صورت می گیرد در مقایسه با روشهای قبلی بافت بیش از حد لازم نرم نمی شود ولی باعث تغییر طعم و بوی فرآورده می شود.

## روشهای دیگر استفاده از دما

امروزه روشهای جدیدی برای تأمین دمای سالم سازی بسته های کنسرو به کار می رود که عبارت اند از:

۱- **شعله مستقیم:** قوطیها را مستقیماً در معرض شعله قرار می دهند تا استریل شود. استفاده از این روش احتیاج به (Retort) و دیگ بخار ندارد. اما هنوز استفاده تجارتي از آن محدود است.

۲- **میکروویو<sup>۱</sup>:** در این روش، پدیده نقطه سرد حذف می شود. چون تمام نقاط را بدون اختلاف دما گرم می کند. استفاده از میکروویو به تأسیسات دقیق و گران احتیاج دارد. با این همه، چون این امواج از ورقه فلزی عبور نمی کند از این روش نمی توان برای استریل کردن قوطیهای فلزی کنسرو استفاده نمود.

## محاسبه مقدار دمای لازم برای استریل کردن یا پاستوریزه کردن

چنانکه گفته شد، حرارت دادن محصولات غذایی علاوه بر کشتن میکروبها، ترکیبات غذایی را نیز تجزیه کرده، ارزش غذایی را پایین می آورد. بنابراین در فرآیندهای حرارتی، باید به کمترین دما که برای کشتن میکروبها کافی است، اکتفا کرد تا حداقل آسیب به ترکیبات غذایی وارد شود.

برای محاسبه دما و زمان لازم باید دو فاکتور مهم و تعیین کننده را در نظر گرفت که عبارت اند از:

۱- تعیین توأم حداقل زمان و دما برای غیرفعال کردن مقاومترین ارگانیسمهای بیماریزا و فاسدکننده در یک ماده غذایی؛

۲- تعیین ویژگیهای انتشار گرما در یک قوطی ماده غذایی.

در اجرای روشهای دمایی سالم سازی، قوطیهای کنسرو، زمان و دمای لازم طوری انتخاب می شود که مقاومترین میکروبهای بیماریزا و فاسدکننده، غیرفعال شوند. در مواد غذایی مختلف میکروبهای بیماریزا و فاسدکننده متفاوتی رشد می کنند. از این رو برای رسیدن به اهداف بالا نوع ماده غذایی نیز دارای اهمیت است.

---

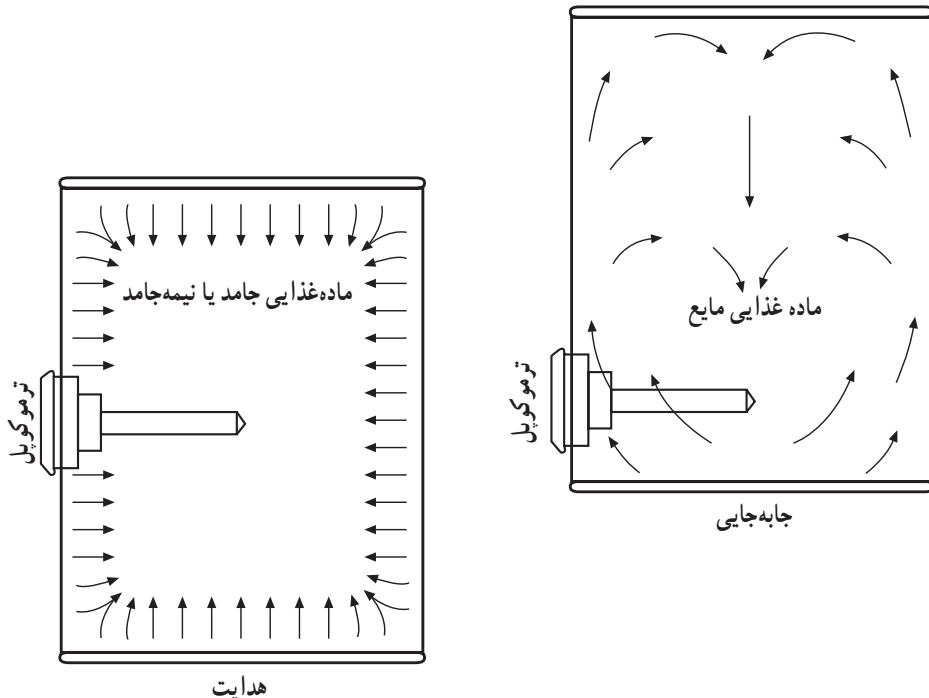
<sup>۱</sup> - Microwave

## نکات مهم در فرآیندهای دمایی

علاوه بر میزان آلودگی محصول و نوع میکروب آلوده کننده، زمان گرم کردن برای استریل کردن محصول به عوامل دیگری نیز بستگی دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

۱- نوع محصول از نظر ویسکوزیته (لزج بودن): فرآورده‌های غذایی، ممکن است مایع یا نیمه جامد و با سفت باشند. این ویژگیها، تعیین کننده نوع جابه جایی دما در فرآورده است. در فرآورده‌های مایع جابه جایی دما از راه جابه جایی فرآورده در بسته و به سرعت انجام می گیرد، ولی در فرآورده‌های سفت این عمل به وسیله هدایت انجام می شود و نسبت به جابه جایی کندتر صورت می گیرد. در برخی از فرآورده‌های غذایی، جابه جایی دما از هر دو راه یعنی هم جابه جایی و هم هدایت انجام می شود. برای این که سرعت انتقال دما افزایش یابد از دیگهای چرخان استفاده می شود که با چرخاندن قوطی، محتویات آن را به هم زده، به جابه جایی دما در آن کمک می کنند.

موادی مانند قند و نشاسته، گرانیوی فرآورده را بالا برده، جابه جایی دما را کند می نماید. شکل ۴-۵ نوع محصول را که به وسیله جابه جایی و هدایت گرم می شوند و محل نقطه سرد آنها را نشان می دهد.



شکل ۴-۵- محل قرار گرفتن ترموکویل، زمانی که حرارت بیشتر به شیوه هدایت یا جابه جایی منتقل می شود.



۲- اندازه قوطی یا شیشه: سرعت جابه‌جایی دما تابعی از سطح تماس با منبع گرما دهنده است. هر قدر قوطی بزرگتر باشد نسبت سطح تماس به وزن محتویات قوطی کم می‌شود و بنابراین زمان زیادتری برای گرم شدن لازم است. به علاوه محتویات قوطی در نقطه‌ای که در فرآورده‌های غذایی جامد در وسط قوطی و در فرآورده‌های مایع در قسمت پایین قرار دارد و «نقطه سرد» نامیده می‌شود که دیرتر از نقاط دیگر گرم و دیرتر استریل خواهد شد. البته اشکال نقطه سرد بیشتر در فرآورده‌ای سفت مطرح است و در فرآورده‌های مایع که از راه جابه‌جایی گرم می‌شوند کمتر وجود دارد. برای اطمینان از انجام استریل تجارتي باید از استریل شدن فرآورده در نقطه سرد اطمینان حاصل کنیم. برای نمونه اگر جهت استریل کردن فرآورده‌ای ۲/۴ دقیقه در  $121^{\circ}\text{C}$  لازم باشد باید قوطی را آن قدر دما دهیم تا نقطه سرد آن به  $121^{\circ}\text{C}$  برسد و از آن پس ۲/۴ دقیقه در این دما بماند و سپس گرم کردن متوقف شود. در این صورت می‌توان گفت نقاط دیگر قوطی نیز دمای لازم را دریافت کرده، استریل شده‌اند.

### ترکیبهای مختلف دما - زمان

برای استریل کردن یک فرآورده می‌توان از زمانها و دماهای گوناگون استفاده نمود. برای نمونه اگر در دمای  $121^{\circ}\text{C}$  ، ۲۰ دقیقه برای سالم‌سازی لازم باشد به جای این دما می‌توان از دمای  $11^{\circ}\text{C}$  به مدت بیشتر و یا دمای  $125^{\circ}\text{C}$  به مدت کوتاهتر استفاده کرد. بدیهی است برای هر اندازه قوطی و هر دما، زمانهای رسیدن به مرکز سرد، بسته به دمای سالم‌سازی باید از پیش تعیین شده باشد و در این صورت زمانهای نگهداری در دمای مورد نظر در دماهای گوناگون به شرح زیر خواهد بود :

جدول ۱-۴- دما و زمان استریل کردن

کتر از یک دقیقه در $127^{\circ}\text{C}$	۱/۵ دقیقه در $124^{\circ}\text{C}$
۲/۴ دقیقه در $121^{\circ}\text{C}$	۵/۳ دقیقه در $118^{\circ}\text{C}$
۱۰ دقیقه در $116^{\circ}\text{C}$	۳۶ دقیقه در $11^{\circ}\text{C}$
۱۵۰ دقیقه در $104^{\circ}\text{C}$	۳۳۰ دقیقه در $10^{\circ}\text{C}$

دماها و زمانهای مربوط در جدول بالا، ترکیبهای مختلف دما - زمان نامیده می‌شود که اثر هر کدام در از بین بردن میکروبها یکسان است ولی از نظر اثراتی که روی مواد غذایی یا ترکیبات غذایی می‌گذارند متفاوتند. از جدول بالا معلوم می‌شود که هر چه دما بالاتر باشد زمان لازم برای از بین بردن

میکروبها کوتاهتر می‌شود و این امر برای کلیه میکروبها اعم از گرمادوست، اسپورها و غیره صادق است.

از طرف دیگر آنچه به کیفیت ماده غذایی مانند رنگ، طعم، بافت و ارزش غذایی آن آسیب می‌رساند بیشتر زمان طولانی است تا دمای زیاد.

### ۳- نگهداری مواد غذایی با سرما

نگهداری غذا به کمک یخ‌زدن یا انجماد، یکی از روشهای متداول حفظ غذا از فساد است. از مزایای این روش نگهداری غذا می‌توان به چند نکته زیر اشاره کرد. بسیاری از غذاهایی که با این روش نگهداری می‌شوند حالت طبیعی خود را حفظ می‌کنند و بقیه نیز با تغییرات بسیار جزئی فرآیند می‌شوند که اگر فرآیند ما به‌طور صحیح انجام شود کیفیت غذاهای نگهداری شده با این روش بهتر از هر روش دیگری است.

بسته‌بندی غذاهای یخ‌زده اغلب ساده است و به همین جهت تأثیر چندانی روی قیمت غذاها ندارد. روش یخ‌زدن، روشی نسبتاً ساده و سریع است و احتمال فساد میکروبی و مسمومیت در حین نگهداری در آن بسیار پایین است.

بزرگترین اشکال این روش، انبارداری و پخش مواد غذایی منجمد است که ناگزیر نیاز به انبارها و کامیونهای زیرصفر دارد که آن هم با امکانات امروزی هر روز بهتر و آسانتر می‌شود. به همین دلیل امروزه این روش نگهداری جای بسیار مهمی در بین روشهای نگهداری غذا باز کرده است و با سیستمهای دیگر به خوبی رقابت می‌کند.

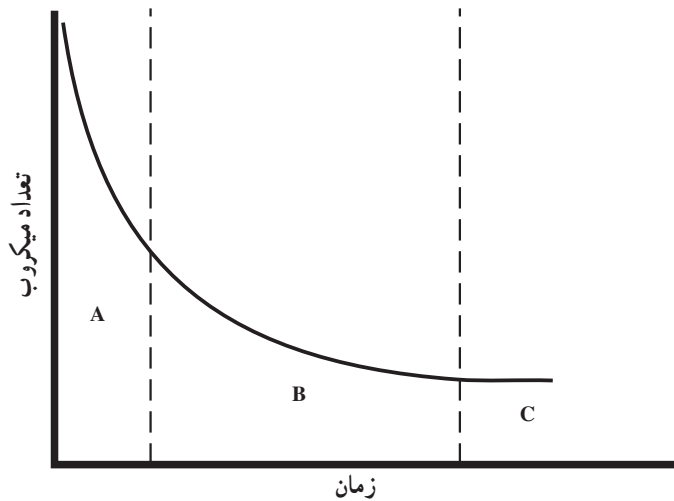
### اصول نگهداری با استفاده از یخ‌زدن و طرز کار یخچالها

از عوامل مهم کنترل‌کننده سرعت فساد مواد غذایی یعنی واکنشهای شیمیایی و بیولوژیکی می‌توان گرما و مقدار آب آزاد موجود در یک سیستم را نام برد. برای هر واکنش شیمیایی و یا بیولوژیکی دمای ویژه‌ای لازم است.

چنانچه دمای محیط، کمتر یا بیشتر از آن باشد از شدت آن کاسته یا تشدید می‌شود. بنابراین می‌توان تجسم کرد هنگامی که دما به زیر صفر برسد این واکنشها متوقف می‌شوند و یا به حداقل می‌رسند.

شکل ۴-۶ تأثیر زمان نگهداری مواد غذایی به حالت منجمد را بر روی تعدادی از میکروبها نشان می‌دهد. چنانکه مشاهده می‌شود جمعیت میکروبها هیچگاه به صفر نمی‌رسد. یعنی اگر چه اثر

سرما بر روی تعداد میکروبها قابل ملاحظه است ولی تأثیر استریل شدن غذا را ندارد. علاوه بر این کلیه واکنشهای شیمیایی (به استثنای اکسیداسیون) و بیولوژیکی در محیطی که دارای مقدار کافی آب آزاد باشد رخ می‌دهند و از آنجایی که انجماد، سبب کریستاله شدن آب آزاد و غیرقابل مصرف بودن برای چنین واکنشهایی می‌شود. بنابراین فعالیتهای بیولوژیکی در غذاهای منجمد یا کاملاً متوقف می‌گردند و یا به حداقل می‌رسند. این دو عامل یعنی دمای پایین و فقدان مقدار آب آزاد لازم برای فعالیتهای بیولوژیکی و شیمیایی، اساس نگهداری غذاها را با روش یخ زدن تشکیل می‌دهند.



شکل ۶-۴- اثر مراحل مختلف یخ زدن و نگهداری در انبار روی کاهش میکروبها، A- مرحله تقلیل درجه حرارت، B- اثر انبارداری، C- میکروبهای مقاوم.

### اثر زمان انجماد و باز شدن یخ روی کیفیت نهایی مواد غذایی

هنگامی که دمای یک ماده غذایی مانند سبزی، میوه یا گوشت تا حد نقطه انجماد تقلیل می‌یابد، ابتدا هسته‌هایی از مولکولهای متراکم شده آب تشکیل می‌شوند و بعد کریستالهای یخ به وجود می‌آیند و کم‌کم حالت انجماد روبه تکامل می‌گذارد و چون همواره کریستالهای یخ از آب خالص ساخته می‌شوند درحین بزرگ شدن کریستالهای یخ مواد جامد محلول در آب به بیرون رانده می‌شوند و در نتیجه غلظت مواد یخ‌زده به تدریج افزایش می‌یابد.

هنگامی که آب بین سلولها یخ زد به علت پیدایش اختلاف فشار اسمزی، مقداری از آب داخل سلول به خارج نفوذ می‌کند و سبب رشد کریستالهای یخ می‌شود. این امر بیشتر در مواردی که سرعت انجماد کند است اتفاق می‌افتد و سبب تغییر حالت فیزیکی در بافت سلولها می‌گردد و پس از آب شدن

یخ غذا، مقدار بیشتری از آب و محتویات سلولی آزاد می‌شود. هنگامی که سرعت یخ زدن سریع بوده باشد مقدار بیشتری از محتویات سلولها در جای خود یخ می‌زنند و اگر باز شدن یخ نیز به‌طور صحیحی انجام شود آسیب کمتری به بافت غذا وارد می‌شود. غذا، درحین یخ‌زدن از نظر تغییرات دما، چهار مرحله را می‌گذراند که عبارت است از:

- ۱- تقلیل از دمای اولیه به درجات زیر صفر درجه Supercooling در حالت مایع،
- ۲- بالا رفتن دما تا حد صفر درجه هنگام کریستالیزه شدن؛
- ۳- ثابت ماندن دما طی مراحل بعدی انجماد آب در مورد آب خالص؛
- ۴- سرد شدن غذا تا درجه‌های زیر صفر درجه در اثر تداوم عمل.

### باز کردن یخ‌غذاهای منجمد

عمل رفع انجماد باید به‌سرعت انجام گیرد ولی سرعت زیاد نباید توأم با گرمای زیاد باشد، چون موجب فساد ماده غذایی در طول زمان رفع انجماد می‌شود برای باز شدن یخ‌غذاهای منجمد باید آنها را حرارت داد که اجزای آن عبارت‌اند از:

- ۱- دمای لازم برای گرم کردن ماده از دمای یخچال تا نقطه ذوب؛
- ۲- دمای نهایی برای باز شدن یخ؛
- ۳- گرم شدن غذا از نقطه ذوب یخ به دمای نهایی.

### روشهای یخ‌زدن غذا

انواع مختلف سیستمهای یخ‌زنی غذا را می‌توان به چهار گروه زیر تقسیم کرد:

یخ‌زنهای هوای ساکن<sup>۱</sup>، متحرک<sup>۲</sup>، صفحه‌ای<sup>۳</sup> و غوطه‌وری<sup>۴</sup>.

**الف - یخ‌زنهای هوای ساکن:** این یخ‌زنها در کارخانه‌های مواد غذایی که فرآورده‌های غذایی منجمد تولید می‌کنند مورد استفاده قرار نمی‌گیرند زیرا سرعت کار کند و کیفیت غذا پایین و فرآیند آن اقتصادی نیست. از این سیستم بیشتر برای نگهداری غذاهای یخ‌زده در صنایع، خانه و هنگام جابه‌جایی استفاده می‌شود.

**ب - یخ‌زنهای هوای متحرک:** این سیستم که انواع بسیار دارد رایجترین نوع یخ‌زدن غذاست چون هم سریع است و هم برای بسیاری از غذاها قابل استفاده می‌باشد. از اشکالات این سیستم امکان از دست رفتن مقداری از رطوبت غذا می‌باشد که آن هم با بسته‌بندی مناسب و یا دمای

۱- Still freezers

۲- Blast freezers

۳- Contact freezers

۴- Immersion freezers



شکل ۷-۴

خیلی پایین یا مرطوب کردن هوا قابل اصلاح است. اصول کار این دستگاهها چنین است که غذا در اتاقها یا تونلهای ویژه‌ای، در مسیر هوای بسیار سرد ( $2^{\circ}\text{C}$  تا  $4^{\circ}\text{C}$ -) قرار گرفته، با از دست دادن دما از طریق هدایت با سرعت زیاد یخ می‌زند.

**پ - یخ‌زندهای صفحه‌ای:** این قبیل یخ‌زنها از صفحات مسطح و توخالی تشکیل شده‌اند که داخل آنها یک ماده سرد کننده جریان دارد. در عمل، بسته‌های غذا ممکن است با سینی و یا با دست بین صفحات قرار گیرند و یا به‌طور خودکار به‌وسیلهٔ نقاله‌های ویژه بین صفحات پر شوند.

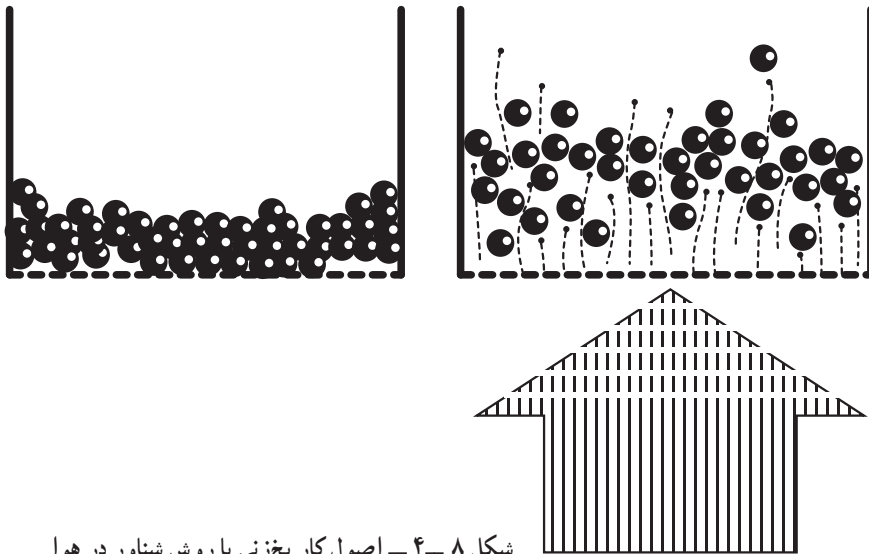
**ت - یخ‌زندهای غوطه‌وری:** در این سیستم تماس غذا و مادهٔ سردکننده همه‌جانبه است و به‌علت تماس مستقیم سرما با ماده غذایی، تبادل دما بسیار سریع صورت می‌گیرد. هم‌چنین با تشکیل یک لایهٔ نازک یخ در سطح غذا، در لحظات اولیه، امکان هیچ تبخیر رطوبتی در غذا نیست و مانند سیستم یخ‌زنی هوای متحرک، هر شکل و نوع غذایی را می‌توان با آن منجمد کرد. در حقیقت در این سیستم یخ‌زنی، بیشتر غذاها بدون بسته‌بندی منجمد گشته، آنگاه براساس تقاضای بازار به هر شکل و اندازه‌ای که لازم باشند بسته‌بندی می‌شوند. این سیستم انجماد را می‌توان به‌سه‌گروه تقسیم کرد.

۱- استفاده از مواد سرمازای مایعی که در تمام طول کار به‌حالت مایع باقی می‌مانند، آب‌نمک،

آب‌قند، مخلوطی از آب قند و نمک گلسیرین و پروپیل گلایکل ؛

۲- آنهایی که به‌حالت مایع روی غذاها پاشیده می‌شوند ولی پس از تماس با غذا به‌حالت بخار درآمده و از آن مرحله به بعد از سرمازایی بخار آنها استفاده می‌شود. این مواد که آنها را «کرایوژن» می‌گویند عبارت‌اند از: ازت مایع و فریون ؛

۳- سرد کردن هوا و گذراندن آن از لای توده‌ای از مواد غذایی به‌طوری که آن مواد را به‌حالت شناور در هوا درآورد. این روش را که مشابه آن با استفاده از هوای گرم برای خشک کردن مواد نیز به‌کار می‌رود «یخ‌زندهای با بستر سیال»<sup>۱</sup> می‌نامند.



شکل ۸-۴ اصول کار یخ‌زنی با روش شناور در هوا

**سرد شدن:** سرد شدن، عبارت است از کاهش گرمای محصول و سرد نگهداشتن، ملایم‌ترین روش نگهداری مواد غذایی است که در آن، تغییر طعم، بافت، ارزش غذایی و سایر تغییرات در مقایسه با روشهای گرمایی، خشک کردن و سایر روشهای نگهداری کمتر می‌باشد. به‌علت تأثیر بسیار اندک این روش در مقایسه با روشهای نامبرده، انهدام میکروبها هم کم است و امکان فساد مواد غذایی در آن وجود دارد.

سرد کردن باید سریع و بدون وقفه و بلافاصله پس از برداشت محصولات و یا ذبح دامها صورت گیرد و طی جابه‌جایی و نگهداری در انبارها و محل فروش تا آنجا که ممکن است سرد و خشک نگهداری شوند.

شرایط نگهداری مواد غذایی در سردخانه‌ها عبارت است از :

- ۱- پایین نگهداشتن دمای هوا ؛
- ۲- جریان هوا به وسیله تهویه و جابه‌جایی ؛
- ۳- کنترل رطوبت نسبی ؛
- ۴- تغییر گازهای آتمسفر محیط سردخانه.

کنترل دمای هوا: طرح درست سردخانه و عایق‌بندی اتاقهای آن باعث می‌گردد که ظرفیت کافی برای سردکردن به وجود آمده، دمای هوا تا  $1^{\circ}\text{C} \pm$  حفظ شود.

جریان مصنوعی هوا در سردخانه‌ها: جریان مناسب هوا به یکنواخت شدن دمای محیط نگهداری مواد غذایی کمک می‌کند. هوایی که در سردخانه جریان دارد باید دارای رطوبت نسبی مناسب باشد. در شرایط نامناسب رطوبت هوا در سطح مواد غذایی سرد تقطیر می‌شود. در صورت ازدیاد رطوبت هوا کپکها شروع به رشد و نمو می‌کنند از طرفی اگر هوای سردخانه خیلی خشک شود، رطوبت سطح محصول کاهش می‌یابد.

#### ۴- خشک کردن مواد غذایی

مقدمه: نگهداری مواد غذایی به طریقه خشک کردن یکی از قدیمیترین روشهاست. در گذشته، مردم میوه‌ها، سبزیها و حتی گوشت و ماهی را در فصول پر بار، در گرمای خورشید و یا کنار آتش و دود خشک می‌کردند تا در سایر فصل‌های سال به مصرف برسانند.

علل اصلی خشک کردن مواد غذایی: به‌طور کلی مواد غذایی را به دلایل زیر خشک

می‌کنند :

- ۱- نگهداری آنها در برابر عوامل فساد مانند میکروبیها و آنزیمها ؛
- ۲- کاهش سرعت واکنشهای شیمیایی مضر مانند قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی<sup>۱</sup> و اتواکسیداسیون<sup>۲</sup>
- ۳- کم کردن وزن و حجم مواد غذایی برای سهولت بسته‌بندی و کاهش هزینه‌های حمل و نقل و انبارداری ؛
- ۴- نگهداری و حفظ مواد غذایی از فصل برداشت برای زمانهای بعدی.

سرعت خشک کردن مواد غذایی: به‌طور کلی در حین خشک کردن، مقدار آبی که از ماده غذایی خارج می‌شود، سرعت عمل خشک کردن را نشان می‌دهد. عواملی مانند بافت یا ترکیب ماده غذایی، دمای خشک کن، مقدار رطوبت هوای خشک کن، سرعت جریان هوایی که از روی مواد غذایی

۱- Non – enzymatic browning

۲- Autoxidation

عبور می‌کند و بالاخره سطح ماده غذایی که در معرض خشک شدن قرار دارد، در سرعت خشک کردن بسیار مؤثر هستند.

**عوامل مؤثر در خشک کردن مواد غذایی:** دو عامل بسیار مهم در سرعت خشک شدن مواد غذایی عبارت است از:

۱- جابه‌جایی گرما از منبع دما به ماده غذایی، برای تأمین گرمای نهان تبخیر<sup>۱</sup> یعنی گرمایی که باعث تغییر حالت فیزیکی آب به بخار می‌شود، این پدیده را «انتقال گرما»<sup>۲</sup> می‌گویند.

۲- خارج کردن آب یا بخار آب از محل برای جلوگیری از بالا رفتن رطوبت نسبی آن و فراهم شدن امکان ادامه عمل تبخیر.

بنابراین خشک کردن مواد غذایی، ترکیبی از جابه‌جایی دما و آب موجود در مواد غذایی است و زمانی که انرژی لازم برای تبخیر آب تأمین شود آب موجود، به‌ویژه آب موجود در سطح، تبخیر می‌شود و در نتیجه خارج شدن مقدار بخار آب از سطح، مقدار آب در سطح کمتر از داخل خواهد بود. بنابراین، در اثر این تغییر مقدار آب موجود در ماده غذایی به‌طور مرتب به خارج کشیده شده به‌صورت بخار آب خارج می‌شود.

بخار آب تولیدشده به‌طریقی باید از سطح ماده غذایی دور شود. معمولاً در خشک‌کنهایی که در فشار اتمسفر کار می‌کنند. جریان هوای خشک کار انتقال گرما و انتقال بخار آب به‌خارج از خشک‌کن را به‌طور همزمان انجام می‌دهد.

## انواع آب در مواد غذایی

در منحنی ایزوترمی سه ناحیه نشان داده شده است که طبق آن، آب موجود در ماده غذایی را به‌سه دسته تقسیم می‌کنند.

۱- آب یک‌لایه‌ای<sup>۳</sup>: این نوع آب فقط به‌صورت یک لایه‌ای بر روی مولکولهای مواد غذایی قرار گرفته است. مقدار آن ۵ تا ۱۰ درصد می‌باشد این لایه به‌سختی جذب مولکولهای پروتئینی و یا پلی‌مرهای دیگر شده است و جدا کردن آن در شرایط عادی و خشک‌کنهای معمولی بسیار مشکل است. مواد غذایی که تحت عمل خشک کردن تصعیدی تهیه شده‌اند از نظر مقدار آب، در این دسته قرار می‌گیرند.

۲- آب چندلایه‌ای<sup>۴</sup>: در این ناحیه آب به‌صورت لایه‌هایی چند روی مولکولهای غذا جذب

۱- latent heat of vaporization

۲- Heat transfer

۳- Mono layer water

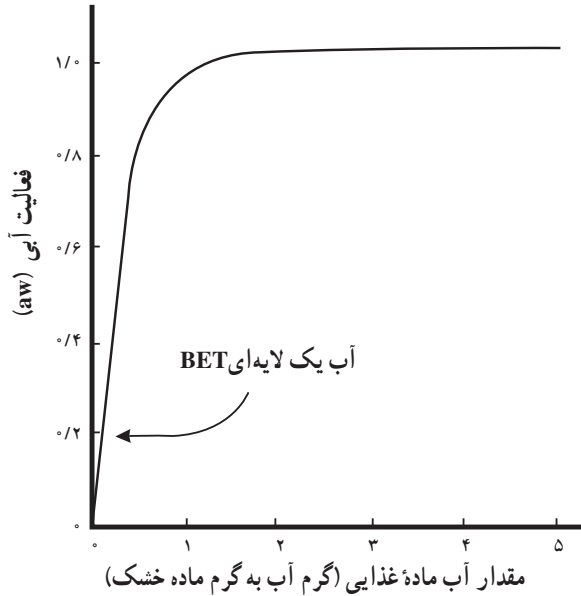
۴- Multilayer water



شده است. اکثر مواد غذایی خشک که بین ۱۰ تا ۲۰ درصد آب دارند، در این دسته جا دارند.

۳- آب آزاد<sup>۱</sup>: آبی است که در منافذ مواد غذایی جادارد و هیچ‌گونه پیوندی با ترکیبات مواد غذایی ندارد و بر روی آن چند لایه به صورت آزاد قرار گرفته است.

این نوع آب را به سادگی می‌توان از مواد غذایی تازه خارج ساخت. مواد غذایی نیمه‌خشک که بین ۲۰ تا ۴۰ درصد آب دارند، در این دسته قرار می‌گیرند.



شکل ۹-۴- نموداری از یک منحنی جذب ایزوترمی

## انواع خشک‌کنهای مواد غذایی

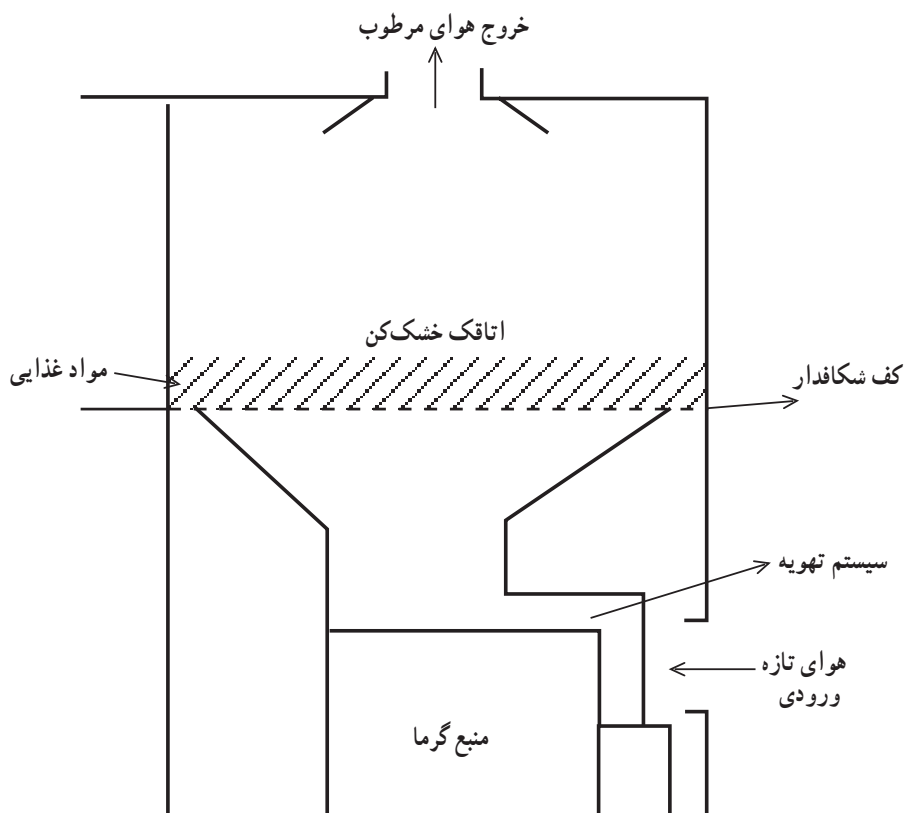
- ۱- خشک‌کردن سیلویی<sup>۲</sup>: این شیوه که ابتدا برای خشک کردن حبوبات و غلات تازه درو شده به کار می‌رفت، امروزه برای خشک کردن مرحله‌نهایی سبزیها هم کاربرد دارد. این خشک‌کن شبیه مخازن سیلویی است. کف آن مشبک است و هوای خشک گرم ۵۰°C تا ۶۵°C از پایین به بالا وارد شده، از بین قطعات مواد غذایی عبور می‌کند تا عمل خشک کردن انجام گیرد.
- ۲- خشک‌کن کیلن<sup>۳</sup>: اتاقهای نسبتاً بزرگی است با دو طبقه پایینی و بالایی که به وسیله جدار چوبی که دارای شکافهای باریکی است از هم جدا می‌شوند. در طبقه پایینی یک منبع دمایی (شعله افکن)، هوا را گرم کرده، از بین شکافها به طبقه بالایی می‌رساند. در این قسمت مواد غذایی

۱- Capillary condensation water

۲-BIM - dryers

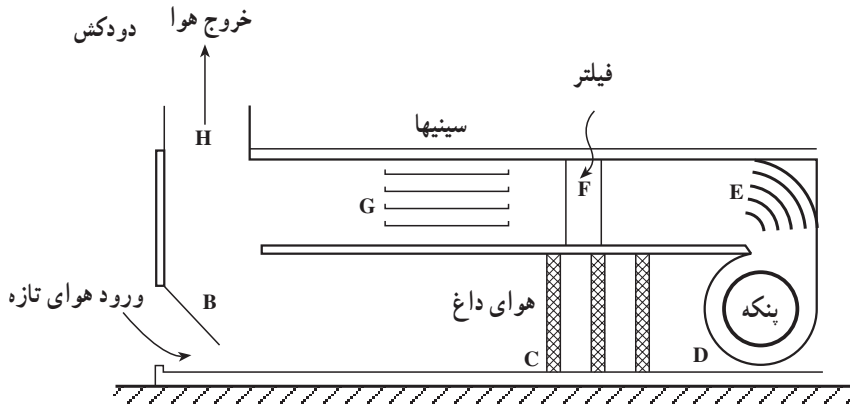
۳- Kiln dryer

(سبزیها و میوه‌ها) را روی سطح شکافدار پخش کرده، تا در ضمن عبور هوای گرم از بین آنها خشک گردند.



شکل ۱۰-۴ - شمایی از خشک‌کن کیلن

**۳- خشک‌کن کابینی:** این خشک‌کنها، برای خشک کردن سبزیها، میوه‌ها و گوشت به کار می‌روند. مواد غذایی تهیه شده را به مقدار ۵ تا ۱۰ کیلو سبزی و یا ۱۰ تا ۲۰ کیلو میوه در سطح یک مترمربع از این سینیها پخش کرده، تعداد ۱۰ تا ۲۵ سینی را در خشک‌کن قرار می‌دهند و هوای خشک را که باید رطوبت نسبی بسیار کمی داشته باشد (کمتر از ۲۰٪) از دریچه‌ای به داخل خشک‌کن هدایت می‌کنند و از بین صفحات رادیاتوری که با بخار داغ، گرم می‌شود عبور می‌دهند. پس از گرم شدن، هوای خشک به وسیله پنکه‌ای روی سینیها هدایت می‌شود تا قطعات مواد غذایی خشک گردد. دمای هوایی که بدین گونه استفاده می‌شود بین  $65^{\circ}\text{C}$  تا  $9^{\circ}\text{C}$  می‌باشد.



شکل ۱۱-۴- یک نوع خشک کن سینی دار با کابینتی

۴- خشک کن تونلی: اساس کار این خشک کن با تفاوتی که در ساختمان آن نسبت به خشک کن کابینی وجود دارد مانند خشک کن کابینی است با این تفاوت که در این طریق جابه جایی مواد غذایی از خارج به داخل خشک کن به روش نیمه خودکار یا نیمه مداوم<sup>۱</sup> صورت می گیرد. این نوع خشک کردن در یک یا چند تونل به طول ۱۸ تا ۶۲ متر انجام می گیرد. مواد غذایی، طبق روش قبل (خشک کردن کابینی)، در سینیها گذارده شده، این سینیها در طبقات واگنها که ارتفاع آن ۲ تا ۳ متر می باشد قرار می گیرند. سپس این واگنها از یک طرف تونل وارد می شوند تا با سرعتی ثابت و مناسب با زمان خشک کردن، ماده غذایی را حرکت دهند. مواد غذایی در طول تونل با برخورد به جریان هوای داغ و خشک، خشک شوند. بسته به جهت حرکت هوا و واگنها، این خشک کنها را به دو گروه تقسیم می کنند.

الف- اگر جهت حرکت واگنها مواد غذایی در تونل با جریان هوای داغ یکی باشد خشک کن تونلی را «هم جهت<sup>۲</sup>» می گویند.

ب- در صورتی که جهت حرکت آن دو بر خلاف یکدیگر باشد آن را خشک کن تونلی «غیر هم جهت<sup>۳</sup>» می گویند.

در روش اول، اختلاف دمای هوای داغ و دمای مواد غذایی تازه هنگام ورود به تونل، زیاد است و به تدریج که مواد غذایی به آخر تونل می رسد این اختلاف دما کم می شود. در خشک کنهای غیر هم جهت، زمانی که مواد غذایی وارد تونل می شوند با هوای مرطوب و

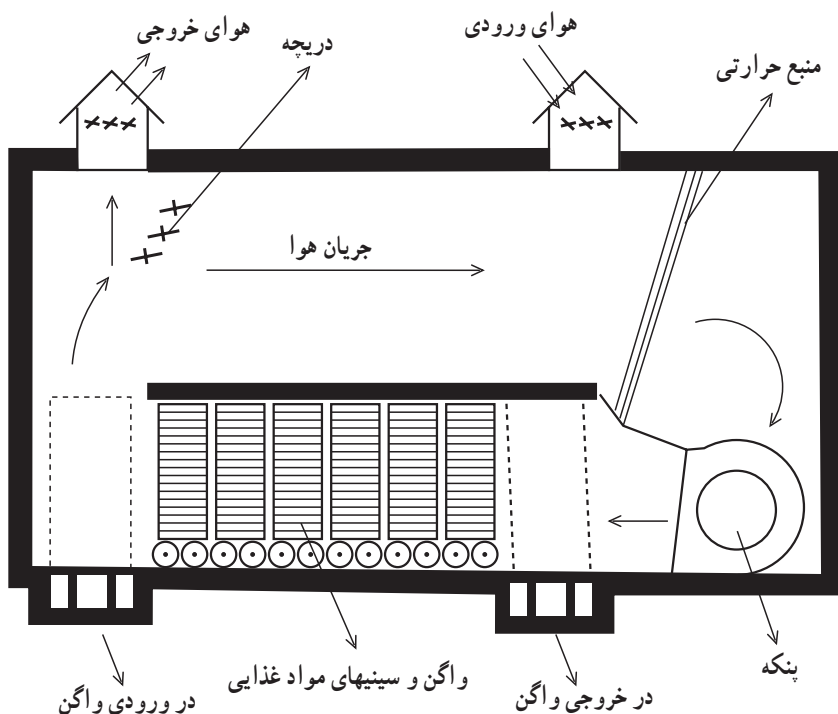
۱- Semi - continuous

۲- Co - current tunnel drying

۳- Counter - current tunnel drying

سردتری (نسبت به روش هم جهت) برخورد کرده، همانطور که ماده غذایی در تونل جلوتر می‌رود با هوای خشک‌تر و داغتری مواجه می‌شود تا اینکه در انتهای تونل هوای کاملاً داغ و خشک با مواد غذایی خشک برخورد می‌کند.

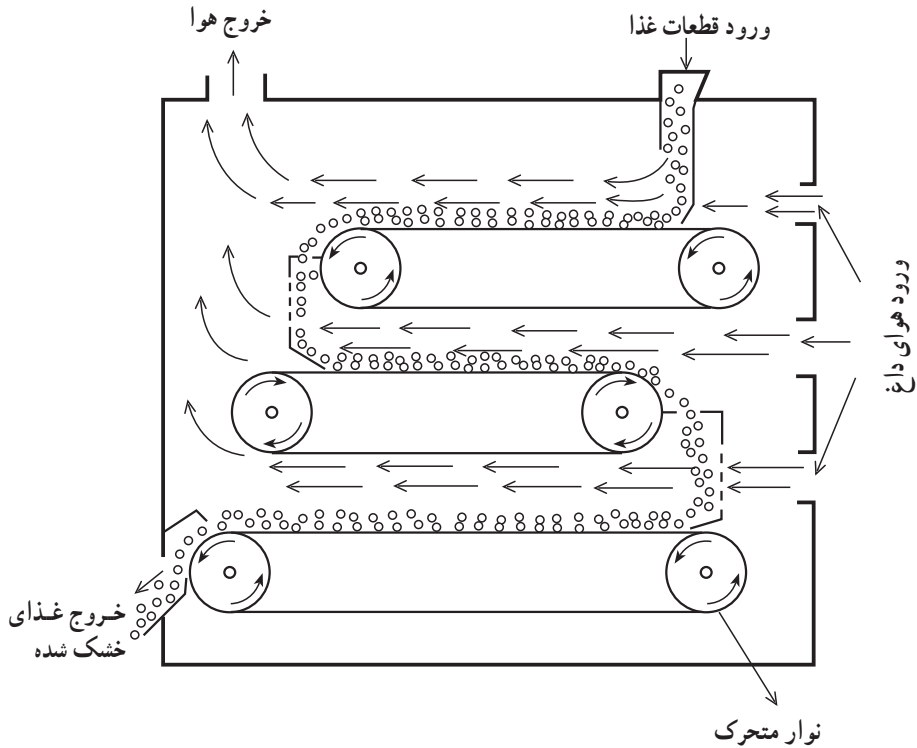
در نتیجه، بازدهی خشک کنهای غیر هم جهت، بیشتر است.



شکل ۱۲-۴- شمایی از یک خشک کن تونلی غیر هم جهت

**۵- خشک کنهای نواری متحرک<sup>۱</sup>:** این نوع خشک کنها بدون دخالت دست و به طور مداوم عمل خشک کردن را انجام می‌دهند و از آنها بیشتر برای سبزیها استفاده می‌شود. به علت نیاز به فضای زیاد در این شیوه، این خشک کنها را در چند طبقه روی هم می‌سازند. قطعات مواد غذایی آماده شده بر روی نوارهای پهنی که سوراخهای ریزتری در آن تعبیه شده، ریخته می‌شوند. این نوارها قطعات مواد غذایی را در طول یک یا چند خشک کن حرکت داده، پس از زمان معین قطعات خشک شده را به انتهای خشک کن منتقل می‌کنند و در آنجا برای بسته بندی، از دریچه‌ای به خارج هدایت می‌نمایند.

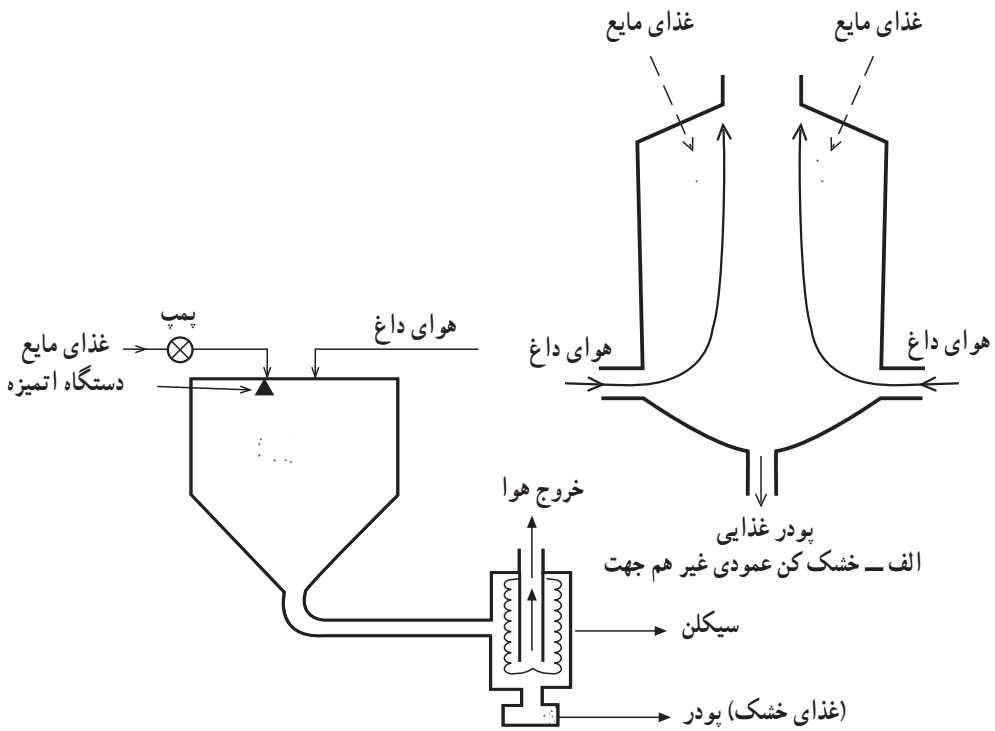
۱- Continuous conveyor belt dryer



شکل ۱۳-۴- شمایی از یک خشک کن نواری مداوم

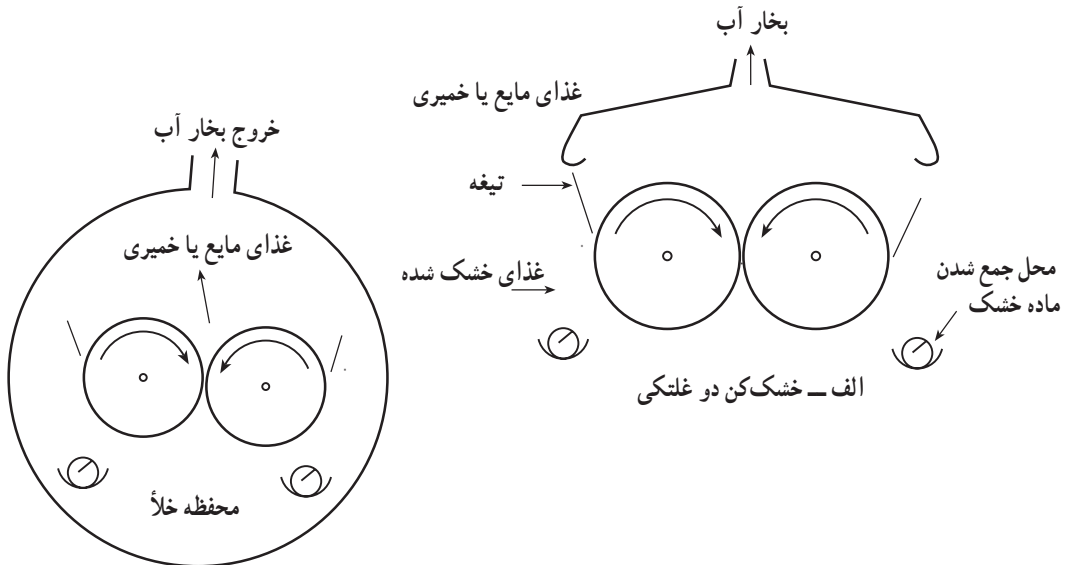
**۶- خشک کن غلتکی:** اساس کار این خشک کنها برخلاف روشهای پیشین که با جریانی از هوای داغ و خشک مواد غذایی را خشک می کنند، تماس مواد غذایی خمیری یا مایع با یک سطح بسیار داغ است. جابه جایی دما در این روش، از سطح داغ به ماده غذایی و سپس به درون ماده غذایی از طریق هدایت انجام می گیرد. در نتیجه، آب به صورت بخار از سطح ماده غذایی خارج می شود.

**۷- خشک کن پاشنده:** مواد غذایی از قبیل شیر، تخم مرغ، چای و قهوه فوری را بدین وسیله خشک می کنند. اساس کار این خشک کنها عبارت است از پمپ کردن مواد غذایی مایع و بعضی اوقات غلیظ شده با فشار زیاد به داخل Atomizer که در آن مواد مورد نظر برای خشک شدن به صورت گرد یا ذرات بسیار ریزی درآمده، در برخورد با هوای داغ به دلیل سطح زیاد فوری خشک می شوند.



ب- خشک کن عمودی با دستگاہ جدا کننده پودر و هوای مرطوب

شکل ۱۴-۴- شمایی از انواع مختلف خشک کن پاشنده



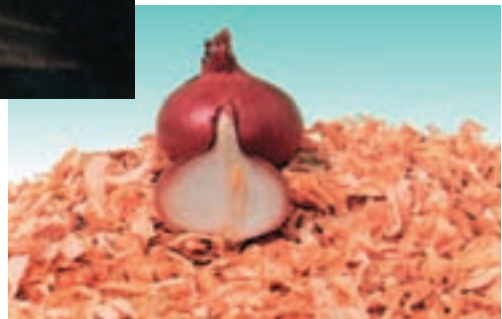
ب- خشک کن دو غلتکی خلأیی

شکل ۱۵-۴- شمایی از چند نمونه خشک کن غلتکی

جدول ۲-۴ - مراحل مختلف خشک کردن چند ماده غذایی

(مطالعه آزاد)

(۱) هویج	(۲) زردآلو	(۳) آب پرتقال	(۴) گوشت جوجه	(۵) شیر گاو	(۶) مخلوط سفیده و زرده تخم مرغ
شستن ↓ پوست گیری با سودسوزآور ↓ لکه گیری ↓ خرد کردن ↓ آزیم کشی ↓ خشک کن تونلی ↓ بسته بندی	شستن ↓ نصف کردن ↓ گاز گوگرد دادن ↓ خشک کردن آفتابی ↓ متعادل کردن رطوبت ↓ پاک کردن ↓ شستشوی سطحی ↓ نم گیری ↓ بسته بندی	غلظت کردن ↓ ایجاد کف با ماده تثبیت کننده ↓ پهن کردن روی نوارهای خشک کن ↓ خشک کن نواری ↓ بودر کردن ↓ بسته بندی	تمیز کردن ↓ خرد کردن ↓ پختن ↓ یخ زدن ↓ خشک کن تصعیدی ↓ بسته بندی	باستوریزه کردن ↓ گرفتن خامه شیر ↓ غلظت کردن شیر بی چربی ↓ اتمیزه کردن ↓ خشک کن پاشنده ↓ جمع کردن بودر شیر ↓ بسته بندی	بازرسی ↓ شکستن تخم مرغ ↓ مخلوط کردن ↓ اتمیزه کردن ↓ خشک کن پاشنده ↓ جمع کردن بودر ↓ بسته بندی



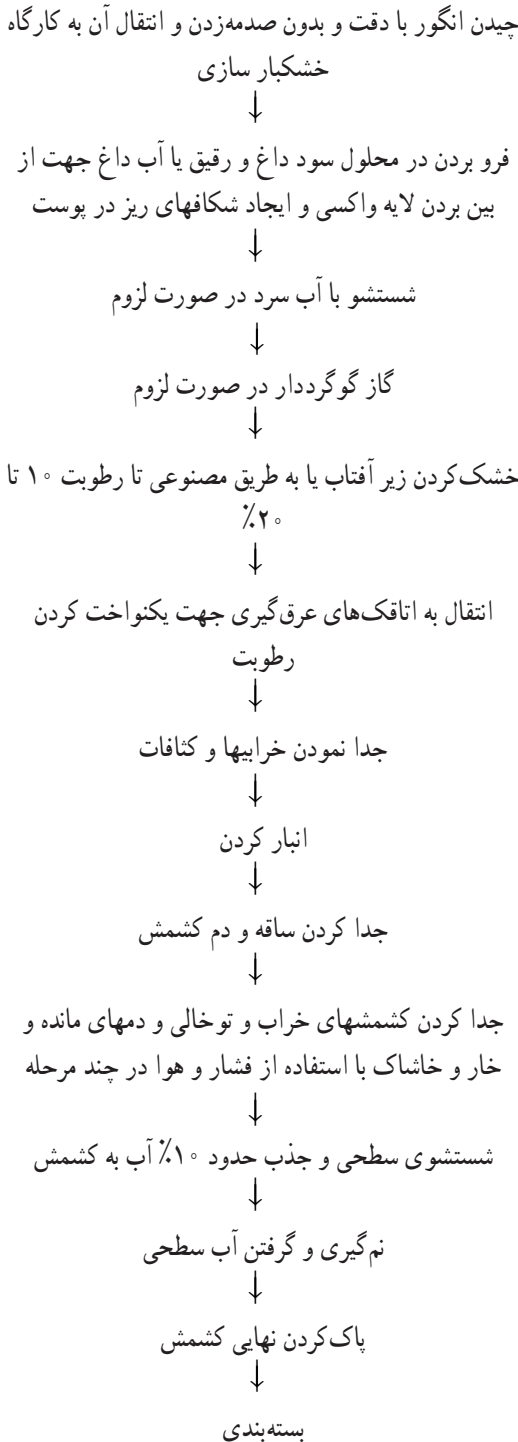
شکل ۱۶-۴ - خشک کردن هویج و پیاز

## آماده‌سازی مواد غذایی برای خشک کردن

بیشتر فرآیندهای لازم برای آماده‌سازی مواد غذایی گوناگون، برای خشک کردن همانهایی است که برای کنسرو کردن با استفاده از حرارت و یخ‌زدن انجام می‌شود. فرآیندهای ویژه‌ای که برای آماده‌سازی مواد غذایی برای خشک شدن و یا پس از آن، لازم است انجام گیرد عبارت است از: بخار دادن به منظور بلانچینگها یا فروربردن در محلول قلیا برای پوست‌گیری، استفاده از  $SO_2$  یا دود گوگرد برای جلوگیری از تغییر رنگ، تغلیظ و انبار کردن تا هنگام بسته‌بندی نهایی.

خشک کردن

جدول ۳-۴ - خلاصه مراحل مختلف کشمش‌سازی



عملیات آماده‌سازی



## ۵- تغلیظ

مواد غذایی به دلایلی مشابه خشک کردن تغلیظ می‌شوند. از تغلیظ کردن می‌توان برای معدودی از مواد غذایی به عنوان روش نگهداری استفاده کرد. با تغلیظ، از وزن و حجم محصول کاسته و محصول، در فضای کمتری نگهداری می‌شود. تقریباً تمام مواد غذایی مایع که باید خشک شوند قبل از این مرحله تغلیظ می‌گردند. علت این است که هزینه تبخیر آب فرآورده در مراحل اولیه به وسیله تبخیر کننده کمتر از خشک کن است.

از این روش بیشتر برای تولید شیر کندانسه شیرین، عصاره میوه و سبزی، شربت قند و شربت‌های معطر، مربا، ژله، رب گوجه‌فرنگی، رب انار و مانند اینها استفاده می‌شود.

**نقش تغلیظ در نگهداری:** میزان آب در فرآورده‌های تغلیظ شده ممکن است در حدی باشد که میکروبها بتوانند در آنها رشد کنند. فرآورده‌های تغلیظ شده حاصل از میوه‌های غیر اسیدی و پوره‌های تولید شده از سبزی در اثر آلودگی میکروبی ممکن است فاسد شوند. مگر اینکه فرآیند بیشتری بر روی آنها انجام گیرد. برعکس، فرآورده‌هایی مانند شربت قند، ژله‌ها و مرباها در صورتی که مقدار مواد جامد محلول در آنها در حد لازم باشد در برابر فساد میکروبی ایمن هستند. زیرا قند در مقادیر زیاد، فشار اسمزی زیادی ایجاد می‌کند. وقتی مقدار این مواد در حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد باشد آب موجود در پیکر میکروب، به خارج از سلول آن منتقل می‌شود و سلول میکروبی عقیم می‌گردد. از طرفی، تبخیر آب باعث افزایش اسیدهای مواد غذایی می‌شود که این موضوع در مورد عصاره‌های تغلیظ شده آب میوه‌های اسیدی نقش نگهدارنده دارد. این نکته قابل ذکر است که شیوه تغلیظ، گرچه از نظر نگهداری اهمیت دارد ولی اکنون کاهش وزن و حجم اهمیت بیشتری پیدا کرده است.

### شیوه‌های تغلیظ

**تغلیظ در برابر اشعه خورشید:** یکی از ساده‌ترین شیوه‌های تبخیر آب، استفاده از انرژی آفتاب است. از زمانهای قدیم آب دریا را تغلیظ می‌کرده و نمک آن را مورد استفاده قرار می‌داده‌اند یا رب گوجه‌فرنگی را در برابر انرژی خورشید تغلیظ می‌کردند. زمان تغلیظ مواد غذایی از این راه طولانی است و امکان آلودگی مواد غذایی با گرد و غبار و سایر عوامل وجود دارد و کنترل دقیقی بر روی انجام کار اعمال نمی‌شود.

تغلیظ با استفاده از دیگ پخت: بعضی از مواد غذایی را می‌توان به شیوه‌های مطلوبی در دیگهای پخت دو جداره سرباز با بخار حرارت داده، تغلیظ نمود. ژله‌ها و مرباها را با این شیوه می‌توان تهیه کرد. از معایب این شیوه یکی آن است که به دلیل بالا بودن دما و طولانی بودن زمان، از کیفیت فرآورده و ارزش غذایی آن کاسته می‌شود و دیگر آنکه، سفتی محلول و چسبیدن آن به دیواره

ظرف از بازدهی جابه‌جایی گرما می‌کاهد در نتیجه عمل تغلیظ به کندی صورت می‌گیرد. اوپراتور تزریقی: در این روش، بخار خالص، با دمای  $15^{\circ}\text{C}$  به حالت اشباع داخل ماده غذایی تزریق می‌شود. عمل تماس در داخل لوله‌های اوپراتور بین ماده غذایی و بخار انجام می‌شود و بعد از به جوش آمدن آن و انجام تغلیظ، به داخل سپراتور منتقل می‌گردد و در آنجا ماده غذایی تغلیظ شده در قسمت پایین جمع‌آوری می‌شود و بخار توأم با آب از ماده غذایی از مجرای جداگانه خارج می‌گردد.

## ۶- استفاده از نمک برای نگهداری مواد غذایی

استفاده از نمک‌زدن و شور کردن برای نگهداری مواد غذایی گوناگون مانند گوشت، ماهی، پنیر و سبزیها از حدود ۳۵۰۰ سال پیش در کشورهایمانند، مصر، یونان، چین و سایر نقاط جهان، رایج بوده است. امروزه در کشورهای صنعتی از کلوروسدیم یا نمک طعام برای تغییر طعم و مزه و تردی فرآورده‌ها استفاده می‌شود. کلوروسدیم کمتر به صورت خالص وجود دارد و از هر منبعی که به دست آمده باشد با ناخالصیهای مختلف مانند باکتریها، پروتوزوآها و مواد آلی که به صورت معلق هستند و مواد محلول مانند سولفات، کلور کلسیم و منیزیوم و مواد نامحلول مانند کربنات کلسیم و کربنات منیزیوم همراه می‌باشد.

ناخالصیهای کلوروسدیم اثرات نامطلوبی دارند. مثلاً:

– بر روی میزان نفوذ آن، داخل محصول اثر می‌گذارند.

– بر روی رنگ و حالت فیزیکی محصول اثر می‌کنند.

– مزه و طعم فرآورده‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

کلوروسدیم به صورت پودر، حلالیت بیشتری دارد، اما به همان نسبت هم، از قابلیت جذب رطوبت بیشتری برخوردار است و ذرات آن به همدیگر می‌چسبند. این پدیده را در اصطلاح «کلوخه شدن»<sup>۱</sup> می‌نامند.

رنگ زرد برخی از انواع نمکها، به وجود یونهای آهن و مس در آن، مربوط است. این نکته، موجب می‌شود که توان از آن با موفقیت برای شور کردن گوشت و ماهی و سایر مواد استفاده نمود. کلوروسدیم از منابع گوناگون مانند نمک معدن و نمک دریا به دست می‌آید که درجه خلوص و نوع آلودگی آنها متفاوت است، کریستالهای شفاف نمک معدن از درجه خلوص بالاتری برخوردارند و نمک دریا به مقدار بیشتری آلوده به میکروارگانیسیمهای نمک دوست<sup>۲</sup> می‌باشد، برای به دست

آوردن نمک با درجه خلوص بالا و معین، لازم است نمک را از هر منبع که باشد در آب خالص کرد و ناخالصیهای موجود در آن را با روشهای فیزیکی و شیمیایی مناسب جدا نمود.

## شور کردن مواد غذایی به منظور نگهداری

در بیشتر موارد برای شور کردن، از نمک استفاده می‌شود اما در مورد گوشت گاهی همراه نمک از نیترات سدیم و نیتريت سدیم به منظور تثبیت رنگ و بهبود طعم نیز استفاده می‌شود. گاهی نیز از شکر و چاشنی‌های دیگر برای بهبود طعم استفاده می‌گردد.

طی عمل شور کردن مواد غذایی تحت تأثیر عوامل فیزیکی و شیمیایی مانند دیفوزیون و اسمز، مقداری از محلول نمک به داخل بافتها و نسوج نفوذ کرده، بر عکس، مقداری از آب و پروتئینهای محلول بافتها خارج می‌گردد و وارد آب نمک می‌شود. اما پس از مدتی جریان معکوس می‌شود زیرا نمک با پروتئینهای نسوج کمپلکس می‌سازد که نسبت به آب نمک دارای اسمزیته بیشتری است. در بیشتر موارد سرعت نفوذ کلوروسدیم به داخل عضله سریع است و در محلول ۲۵٪ کلوروسدیم تعادل اسمزی ظرف ۴۸ ساعت برقرار می‌شود. هر قدر سرعت نفوذ کلوروسدیم کمتر باشد نسوج، آب کمتری از دست می‌دهند و از طرفی هر قدر غلظت کلوروسدیم کمتر باشد مقدار بیشتری از پروتئینهای محلول نسوج از آنها خارج می‌شوند و در غلظت ۹-۶ درصد، بیشترین مقدار آب عضله از دست می‌رود و امکان فساد میکروبی زیادتر می‌شود.

در مورد شور کردن مواد غذایی اگر اصول علمی این کار رعایت شود و نگهداری بهتری هم در شرایط مطلوب انجام گیرد مواد غذایی شور شده دارای قابلیت نگهداری دراز مدت هستند اما در شرایط نامطلوب امکان فساد میکروبی وجود دارد.

## ۷- دود دادن مواد غذایی

دود دادن به عنوان روشی برای نگهداری مواد غذایی از زمانهای پیش از تاریخ مرسوم بوده است. به احتمال زیاد بشر اولیه که در غارها زندگی می‌کرده مازاد گوشت شکار و صید خود را از سقف غار آویزان می‌کرده و همزمان، برای گرم کردن محل زندگی خود از سوزاندن چوب بهره می‌گرفته است. کم‌کم به این نتیجه رسیده که دود بعضی از انواع چوب‌ها، موجب بالا رفتن زمان قابلیت نگهداری مواد غذایی می‌شود. اما امروزه، با وجود این که روشهای نگهداری مؤثرتر و بهتری اختراع گردیده، این روش هنوز هم متداول است. زیرا دود دادن اثرات مطلوب دیگری غیر از بالا بردن زمان قابلیت نگهداری مواد غذایی هم دارد که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند

از :

الف - خشک کردن مواد غذایی در اثر دمای بالا ؛

ب - تغییر رنگ در اثر نفوذ ترکیبات دود به داخل بافت ؛

پ - ترد شدن بافت در اثر واکنشهای آنزیمهای پروتولیتیک ؛

ت - پیدایش حالت ظاهری مطلوب ؛

ث - ایجاد طعم و مزه مطلوب ؛

ج - وارد شدن آنتی اکسیدانهای دود به داخل بافت مواد غذایی ؛

چ - کاهش بار میکروبی فرآورده.

مواد اولیه برای ایجاد دود: در بیشتر موارد، ماده اولیه لازم برای ایجاد دود عبارت است از: خاکه اره، قطعات خرد شده چوبهای سفت با حدود ۶۰ - ۴۰٪ سلولز و ۳۰ - ۲۰٪ همی سلولز و ۳۰ - ۲۰٪ لیگنین، برای بهبود طعم، رنگ و مزه و سایر ویژگیها بهتر است از دود حاصل از چند نوع چوب استفاده شود.

### روشهای دود دادن مواد غذایی

الف - روش معمولی: در این روش از سوخت ناقص قطعات چوب یا خاکه اره چوبهای مورد نظر استفاده می شود و مواد غذایی مورد نظر برای دود دادن در معرض دود حاصل قرار می گیرند.

ب - دود سرد: در این روش محل ایجاد دود با محل دادن مواد غذایی جداست بدین ترتیب که دود به وسیله لوله هایی به اتاقک ویژه دود دادن مواد غذایی منتقل می شود و از این راه دمای خود را از دست داده، سرد می شود. از این نوع دود که دمای پایینی دارد برای دود دادن مواد غذایی منجمد هم می توان استفاده نمود.

پ - دود مایع: دود مایع از تقطیر و جدا ساختن مواد ویژه ای از دود چوب معمولی به دست می آید. در این روش می توان مواد مضر و زاید دود را از آن جدا کرده، به مصرف رساند. امروزه در صنعت با استفاده از ترکیبات شیمیایی خالص که در دود چوب هم وجود دارد دود مصنوعی ایجاد می کنند و چون در این مورد گزینش مواد ایجاد کننده ویژگیهای مورد نظر در اختیار کارشناسان مربوط است و بسته به مورد انجام می گیرد، می توان تنها از ترکیبات مورد نظر استفاده نمود.

ترکیبات دود: دود، یک سیستم کلوییدی است که شامل دو فاز، یکی فاز دایم که گاز است و دیگری فاز پراکنده شده که ترکیبات جامد به صورت معلق در گاز است، می باشد.

سیستم کلوییدی دود حاوی متجاوز از دوست ترکیب شیمیایی است که مهمترین آنها عبارت‌اند از :

- اسیدها مانند، فرمیک، استیک، بوتریک، کاپریلیک، وانیلیک ؛
- فنلها، که از لیگنین حاصل می‌شوند مانند دی‌متواکسی فنل ؛
- الکل‌ها مانند، متانول، اتانول، آلتانول، فورفورول ؛
- هیدروکربورهای حلقوی؛
- ترکیباتی مانند ؛ دی استیل، استن، استالدئید و مانند اینها.

گفتنی است که دود برخی از چوبها دارای مواد سرطان‌زاست که در دمای بالاتر از  $35^{\circ}\text{C}$  از لیگنین حاصل می‌شود. البته این مواد را می‌توان از دود جدا ساخت، موادی مانند بنزپایرن<sup>۱</sup>، فناتراسن<sup>۲</sup> و دی‌بنزاترن<sup>۳</sup> جزو این ترکیبات هستند.

### دود دادن گوشت و ماهی

برای دود دادن این مواد، ابتدا آنها را به خوبی تمیز کرده، در مورد ماهی محتویات شکم را نیز خالی کرده، بعد آنها را شور می‌کنند و در اتاقکهای ویژه دود دادن از نرده‌های خاص آویزان می‌نمایند و در معرض دود حاصل از سوخت ناقص چوبهای ویژه قرار می‌دهند. طی عمل دود دادن دمای اتاقکها باید حدود  $55^{\circ}\text{C}$  باشد تا از رشد میکروارگانیسمها و واکنشهای آتزیمی جلوگیری شود. عمل دود دادن با این روش زمانی حدود  $2^{\circ}$  ساعت به طول می‌انجامد.



شکل ۱۷-۴ – دود دادن کالباس

۱\_ Benzpyren

۲\_ Phenanthracen

۳\_ Dibenzanthren

در اثر دود دادن، بخشی از آب مواد غذایی تبخیر می‌شود و مقداری از ترکیبات دود از جمله ترکیبات آنتی‌اکسیدان، ضد میکروب، طعم دهنده و عامل رنگ، جذب آنها می‌شود و مجموع این تغییرات موجب بالا رفتن زمان قابلیت نگهداری و بهبود ویژگیهای خوراکی می‌گردد. بدیهی است با توجه به این که ممکن است بخشی از ترکیبات مضر دود هم جذب مواد غذایی شوند لازم است از زیاده‌روی در مصرف و تکرار مصرف مواد دود داده شده خودداری گردد.

## ۸- استفاده از اشعه یونیزه برای نگهداری مواد غذایی

استفاده از اشعه حاصل از روشهای سنتی برای هدفهای گوناگون سابقه‌ای برابر تاریخ پیدایش انسان دارد، زیرا فرآیندهایی مانند کباب کردن گوشت و مواد غذایی مشابه در واقع نوعی کاربرد اشعه برای پختن و نگهداری است. چون اشعه حرارتی مادون قرمز حاصل از آتش به وسیله گوشت جذب می‌شود و انرژی آن موجب انهدام میکروارگانیسمها و عقیم شدن آنزیم می‌گردد.

اما استفاده از پرتوهای یونیزه که با روشهای مصنوعی تولید می‌شوند از حدود سالهای ۱۸۹۵ معمول گشته و کاربرد آنها برای نگهداری مواد غذایی مربوط به سالهای پس از جنگ جهانی است. امروزه در صنعت منظور از استفاده از اشعه یونیزه برای نگهداری مواد غذایی به کار بردن اشعه گاما، حاصل از کبالت ۶۰ یا سزیوم ۱۳۷ است که انرژی متوسط دارد و ضمن نابود کردن میکروارگانیسمها و آنزیمها اثرات تخریبی کمتری بر روی بافت مواد غذایی بر جای می‌گذارد و برای هدفهای زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

الف - حشره‌زدایی و انگل‌کشی به ویژه در غلات و حبوبات؛

ب - جلوگیری از سبز شدن و جوانه‌زدن به ویژه در موادی مانند پیاز و سیب‌زمینی؛

پ - ضد عفونی مواد غذایی خشک و منجمد شده؛

ت - پاستوریزه کردن میوه‌ها و سبزی‌ها؛

ث - استریل کردن موادی مانند گوشت و ماهی بدون حرارت دادن آنها.

### مزایای استفاده از اشعه یونیزه برای سالم‌سازی و نگهداری مواد غذایی

الف - چون در این روش، سالم‌سازی بدون استفاده از حرارت انجام می‌گیرد، در نتیجه تغییرات کمتری در مواد غذایی اشعه‌دیده صورت می‌گیرد.

ب - از این روش می‌توان برای سالم‌سازی مواد غذایی منجمد شده و بسته‌بندی شده هم

استفاده نمود.

- پ - برای سالم سازی میوه‌ها و سبزیها کاربرد دارد و به بافت آنها آسیب نمی‌رساند.  
ت - در مقایسه با سایر روشها در این روش نیاز به نیروی انسانی و انرژی کمتری است.

### معایب استفاده از اشعه یونیزه

- الف - احتمال مقاوم شدن میکروارگانیسمها در اثر تابش اشعه وجود دارد.  
ب - امکان کاهش ارزش غذایی وجود دارد.  
پ - راه ساده‌ای برای شناسایی مواد غذایی اشعه دیده وجود ندارد.  
ت - امکان به خطر افتادن سلامت مصرف‌کننده با استفاده از این روش وجود دارد.

### واحد اندازه‌گیری دُز اشعه

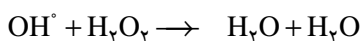
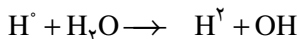
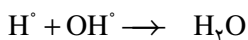
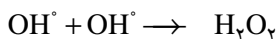
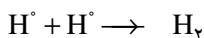
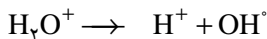
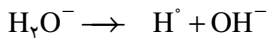
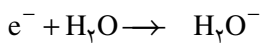
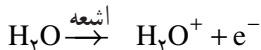
واحد اندازه‌گیری مقدار دُز اشعه جذب شده توسط مواد غذایی Gray (Gy) است که عبارت است از جذب یک ژول انرژی به ازای یک کیلوگرم ماده غذایی.

در گذشته از واحد Rad استفاده می‌شد که صد برابر گری بود  $1 \text{ Rad} = 10^{-2} \text{ Jkg}^{-1}$

بر اساس مصوبات سازمان بهداشت جهانی (WHO) حداکثر دُز مجاز برای مواد غذایی مورد مصرف انسان، ۱۵ کیلوگری و متوسط مقدار مجاز آن ۱۰ کیلوگری است.

### نحوه تأثیر اشعه بر روی مواد غذایی

بیشترین تأثیر اشعه یونیزه در مواد غذایی، در اثر رادیولیز آب انجام می‌گیرد به این نحو که:



رادیکالهای حاصل و بنیانهای به دست آمده در اثر رادیولیز آب، دارای میل ترکیبی شدیدی با ترکیبات مواد غذایی هستند.

از طرف دیگر زمانی که مواد غذایی در معرض تابش اشعه قرار می‌گیرند برخورد بین اشعه و آنها و ملکولهای مواد غذایی منجر به ایجاد رادیکالها و بنیانهای جدیدی می‌شود و در نتیجه واکنشهای بین رادیکالها و بنیانهای آب و مواد غذایی که میل ترکیبی شدیدی دارند تغییرات ملکولی زیادی رخ می‌دهد. این تغییر تا آنجا که مربوط به از بین بردن باکتریها، قارچها، کپکها، انگلها و آتزیما می‌شود مفید هستند اما تغییرات احتمالی نامطلوبی هم رخ می‌دهد که می‌توان از شدت آنها کاست.

### راههای کم کردن اثرات اشعه در مواد غذایی

الف - انجماد: انجماد موجب می‌شود که رادیکالهای آزاد، کمتر به وجود آیند و کمتر واکنش بدهند.

ب - استفاده از خلأ: اگر مواد غذایی در خلأ، اشعه داده شوند رادیکالها و بنیانهای آزاد شده خارج می‌شوند و فرصت واکنش پیدا نمی‌کنند.

پ - استفاده از مواد احیا کننده: مانند ویتامین C که مواد اکسید کننده را جذب نموده، مانع اثر آنها می‌شوند.

### ۹- استفاده از تخمیر برای نگهداری مواد غذایی

تخمیر به فرآیندی گفته می‌شود که در آن میکروارگانیسمهای مفید و مورد نظر در شرایط مساعد رشد و نمو و تکثیر کرده، در محیط مسلط می‌شوند و با این عمل:

الف - مانع رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمهای مضر و بیماریزا می‌شوند.

ب - تغییرات مطلوبی در طعم، بو، رنگ، مزه و بافت فرآورده ایجاد می‌کنند.

امروزه در کشورهای صنعتی پیشرفته، تخمیر نقش خود را به عنوان یک روش نگهداری از دست داده است و هر جا از آن استفاده می‌شود، برای ایجاد تنوع در ذائقه مصرف کننده است اما در کشورهای در حال توسعه تخمیر هنوز هم یکی از مهمترین و متداولترین روشهای نگهداری مواد غذایی به شمار می‌رود.

مزایای تخمیر: ارزش غذایی مواد غذایی تخمیر شده بالاتر است زیرا میکروارگانیسم، طی



رشد و نمو و تکثیر جزو مقداری مواد مغذی نظیر ویتامینهای گروه ب و اسیدهای آمینه سنتز می کنند و از طرفی تخمیر موجب بالا رفتن قابلیت هضم و جذب مواد می شود.

مواد غذایی تخمیر شده دارای طعم و مزه بهتری هستند، زیرا طی عمل تخمیر واکنشهای شیمیایی زیادی صورت می گیرد و متابولیت‌های مفیدی حاصل می شود که در طعم و مزه اثرات مطلوبی دارند.

از نظر ایمنی مصرف مواد غذایی تخمیر شده نسبت به مواد اولیه خود شرایط مطلوب تری دارند زیرا میکروارگانیسمهای طی مراحل تکثیر خود مقداری از ترکیبات مضر را تجزیه می کنند. برای نمونه تخمیر خمیر نان موجب از بین رفتن اسید فیتیک می شود و چنانچه این اسید در خمیر باقی بماند کلسیم و آهن را جذب کرده، با آنها کمپلکسهای غیر قابل جذب تشکیل می دهند. همچنین متابولیت‌های حاصل از تخمیر موجب تجزیه پاره‌ای از سموم طبیعی و سموم میکروبی موجود در مواد غذایی می شود. قابلیت نگهداری مواد غذایی تخمیر شده نسبت به مواد اولیه آنها بیشتر است، زیرا میکروارگانیسمهای عامل تخمیر طی مراحل تکثیر خود مقداری اسیدهای آلی و الکل سنتز می کنند و بالا رفتن مقدار این ترکیبات در مواد غذایی موجب می شود که میکروارگانیسمهای بیماریزا و عامل فساد مواد غذایی نتوانند تکثیر نمایند.

عمل تخمیر را می توان روی باقیمانده‌های سایر کارخانه‌های صنایع غذایی مانند ملاس چغندر قند، تفاله و پوست میوه‌ها و سبزیها انجام داد و مواد مفیدی تولید نمود.

### عوامل مؤثر بر تخمیر

**الف - اسیدیته محیط:** رشد و نمو و تکثیر مخمرها تا حد زیادی بستگی به pH محیط دارد. بنابراین، از این عامل می توان برای کنترل عمل تخمیر استفاده نمود. مخمرها و کپک‌ها در pH اسیدی به خوبی قادر به رشد هستند اما باکتریها درجات pH نزدیک به خنثی را ترجیح می دهند، بنابراین برای تغییر شرایط محیط به نفع مخمرها باید محیط را اسیدی نمود، هر چند مخمرها خود در شرایط طبیعی مقداری اسیدهای آلی، برای این منظور سنتز می نمایند.

**ب - الکل:** الکلها نیز دارای اثر ممانعت‌کنندگی بر روی بعضی از میکروارگانیسمها هستند. مخمرها قادر به تحمل مقدار بیشتری الکل اند و خود عامل سنتز آن در محیط می باشند و گاهی آنقدر الکل ترشح می کنند که قادر به تحمل آن نیستند و رشدشان متوقف می شود.

پ — عامل تخمیر کننده (استارتر): به میکروارگانیسمهایی که عمل تخمیر را انجام می دهند و به صورت دستی به محیط اضافه شده باشند، «استارتر» گفته می شود. در عمل پس از گزینش عامل تخمیر کننده آن را به تعداد زیاد تکثیر نموده، به محیط اضافه می نمایند تا با سرعت بیشتری بر محیط غالب شوند و مانع تکثیر سایر میکروارگانیسمها گردند و تخمیر به نحو بهتر و مؤثرتری انجام گیرد. بدیهی است برای هر یک از انواع مواد غذایی و اشکال تخمیر، مخمر ویژه ای لازم است و نوع عامل تخمیر کننده خمیر نان، ماست، پنیر و سرکه متفاوت است.<sup>۱</sup>

ت — منبع انرژی: مهم ترین ماده مورد نیاز مخمرها برای رشد و نمو و تکثیر، منبع انرژی است. لاکتوز در شیر، فروکتوز در میوه ها، نشاسته در خمیر برای این منظور به کار می روند اما تمام منابع کربوهیدرات برای نوعی تخمیر مناسب هستند، البته منابع دیگری مانند الکل هم گاهی مورد استفاده قرار می گیرند. از این ماده در تولید سرکه استفاده می شود.

ث — مقدار اکسیژن: میزان اکسیژن موجود در محیط نقش مهمی در عمل تبخیر دارد. مخمرها در محیط هوایی کامل کربوهیدرات را به اسید پیروویک و بعد به گاز کربنیک و آب تبدیل می کنند و انرژی زیادی هم تولید می کنند. در محیط نیمه هوایی یا اختیاری مقدار بیشتری الکل سنتز می شود. بنابراین با تنظیم اکسیژن محیط می توان نوع تخمیر و متابولیت های آن را تغییر داد.

ج — دمای محیط: دمای بهینه برای رشد مخمرها تابع نوع تخمیر و متابولیت های مورد نظر است. برای نمونه مخمرها در دمای بالا، اسیدهای آلی بیشتری سنتز می کنند و در دمای متوسط متابولیت های دیگری را که در بو، طعم و مزه دخالت دارند، می سازند.

ح — مقدار کلرور سدیم: مخمرها مانند سایر میکروارگانیسمها در حضور مقدار زیاد نمک قادر به رشد نیستند و بنابراین از این ماده می توان برای مهار تخمیر استفاده نمود.

## ۱۰ — استفاده از مواد شیمیایی برای نگهداری مواد غذایی

استفاده از مواد شیمیایی برای نگهداری مواد غذایی، سابقه ای بسیار طولانی دارد و بشر در طول تاریخ زندگی خود از مواد گوناگونی برای این منظور استفاده نموده است. شاید اولین مواد، خاکهای معدنی باشند که هنگام برداشت پاره ای از محصولات کشاورزی مانند غلات و حبوبات با این مواد مخلوط می شوند. وجود خاکهای معدنی در غلات و حبوبات موجب می شود که آفات انباری در آنها تخم گذاری و رشد و نمو و تکثیر نکند و در نتیجه، این مواد فاسد نشوند.

۱- برای بیشتر اشکال تخمیر از باکتری های اسید لاکتیک، اسید استیک، ساکارمیسه و سروسیسه یا yeast استفاده

در مرحله بعد، اثر نمک، شوره، اسیدهای آلی و محلولهای قندی برای طولانی کردن زمان قابلیت نگهداری مواد غذایی شناخته شد و کاربرد این مواد روز به روز افزایش یافت.

با پیشرفت علم و تکنیک، بتدریج موادی شناخته شدند که به مقدار بسیار کم دارای اثرات بسیار بیشتری هستند و مهمترین آنها عبارت‌اند از:

**الف - اسید بنزویک و ترکیبات سدیم و آمونیوم آن:** این مواد را «پارابنها» نامند. پارابنها، دارای اثرات ضد میکروبی بسیار قوی هستند، از این مواد بیشتر به عنوان ضد قارچ، در رب گوجه‌فرنگی برای مصارف صنعتی، انواع سُس، مارگارین، مربا، ژله، انواع کیک، پنیر، خامه، عصاره میوه‌ها و مانند اینها استفاده می‌شود، در بسیاری از کشورها برای جلوگیری کردن از کپک‌زدگی رب گوجه‌فرنگی برای مصارف خانگی هم از این مواد استفاده می‌شود، در کشور ما در حال حاضر این کار مجاز نیست، اسید بنزویک به طور طبیعی در بعضی از غذاها مانند توت‌فرنگی، آلو، ادویه‌ها، گوجه‌فرنگی و پاره‌ای از گیاهان که به مصرف خوراک دام می‌رسند وجود دارد بنابراین برای بدن انسان نامانوس نیستند. ترکیبات اسید بنزویک مانند بنزوات سدیم، در عمل تبدیل به اسید بنزویک می‌شود و همیشه عامل فعال این اسید است. مقدار مجاز مصرف این مواد ۱/۰ درصد است و برای مواد غذایی که pH حدود اسیدی تا خنثی دارند مناسب هستند اما در غذاهای اسیدی اثرشان بیشتر است. مصرف این مواد در حد مجاز برابر مقررات بهداشتی کشورهای پیشرفته ایمن قلمداد می‌شود (GRAS)<sup>۱</sup>.

**ب - اسید سوربیک و نمک‌های سدیم، پتاسیم و کلسیم آن:** به عنوان ماده ضد کپک برای نگهداری مواد غذایی کاربرد دارد. اثر آنها در غذاهای اسیدی بیشتر است، بر روی مخمرها و کپکها به خوبی مؤثرند اما بر روی باکتریها تأثیر چندانی ندارند. از این مواد برای جلوگیری از کپک‌زدن پنی‌های سخت، فرآورده‌های غلات، نوشابه‌ها، آب‌میوه، خیار شور، کیک‌ها، میوه‌های خشک، مربا، ژله‌ها و شربت‌ها استفاده می‌شود. اسید سوربیک و نمک‌های آن در مقایسه با اسید بنزویک و ترکیبات آن، تأثیر سمی کمتری دارند و به همین جهت حد مجاز مصرفشان تا حدود ۲/۰ درصد است. این مواد از نظر ایمنی مصرف، جزو ترکیبات GRAS به حساب می‌آیند و مصرفشان در حد مجاز ایمن است به شرط این که مقدار مصرف از حداکثر ۱۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در روز تجاوز ننماید.

**پ - انیدریدسولفورو (SO<sub>۲</sub>) و نمک‌های سدیم و پتاسیم آن:** مانند سولفیتها، بی‌سولفیتها و متابی‌سولفیتها همگی دارای اثرات ضد میکروبی هستند.

<sup>۱</sup> - Generally Regarded As Safe

همچنین دارای اثر آنتی‌اکسیدانی بوده، مانع واکنش آنزیمی می‌شوند، این مواد هم بر روی کپک‌ها و هم بر روی باکتریها مؤثرند اما بر روی مخمرها اثر چندانی ندارند و از آنها برای نگهداری میوه‌ها، عصاره میوه‌ها، ملاس، همچنین برای جلوگیری از تغییر رنگ آب میوه‌ها استفاده می‌شود.  $SO_2$  و ترکیبات آن از نظر ایمنی مصرف جزو مواد افزودنی GRAS هستند. بخشی از ترکیبات  $SO_2$  طی مراحل نگهداری مواد غذایی تبخیر شده، بخش دیگری از آنها طی عمل پخت از بین می‌روند و باقیمانده آنها در بدن تبدیل به سولفاتهای بدون ضرر شده، از راه ادرار از بدن خارج می‌شوند.

**ث – پروپیوناتها، اسید پروپیونیک و نمکهای کلسیم، سدیم، پتاسیم آن:** برای جلوگیری از کپک‌زدن نان، انواع کیک و انواع پنیر کاربرد دارند. این ترکیبات بر روی مخمرها اثری ندارند، به همین جهت در فرآورده‌های تخمیر بهتر است از این مواد استفاده شود در غیر این صورت سایر ترکیبات ضد کپک بر روی مخمرها هم اثر کرده، عمل تخمیر را متوقف می‌سازند.

پروپیوناتها از نظر ایمنی مصرف جزو ترکیبات GRAS هستند و اگر مقدار مصرفشان از حدود ۱۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن تجاوز نکند بی‌ضرر هستند و حداکثر مقدار مصرف مجاز آنها ۰/۳ درصد است.

به طور طبیعی در برخی از غذاها مانند پنیر وجود دارند، مانند اسیدهای چرب در بدن تجزیه می‌شوند. اثر این ترکیبات در pH حدود ۵، بیشتر است.

**ث – اکسید اتیلن و اکسید پروپیلن:** این اکسیدها به صورت گازی شکل به عنوان ضد کپک و آنتی‌اکسیدان به کار می‌روند. برای مواد غذایی که دارای مقدار زیادی رطوبت باشند مناسب نیستند، بر روی تمام میکروارگانیسمها مؤثرند و چون گازی شکل هستند پس از ختم عمل و جانشین کردن هوای تازه از محیط خارج می‌شوند و اثری از آنها به جا نمی‌ماند. چنانچه مقداری از آنها در مواد غذایی باقی مانده، وارد بدن شوند سمیت ناچیزی دارند اما باقیمانده آنها نباید از ۳۰۰ قسمت در میلیون بیشتر باشد.

**ج – نیتريتها و نیتراتها:** نیترات سدیم و نیتريت سدیم، همچنین نیترات و نیتريت پتاسیم در شور کردن گوشت مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مواد در تثبیت رنگ قرمز گوشت مؤثرند اما علاوه بر این از رشد و نمو و تکثیر میکروبیها هم جلوگیری می‌کنند و به ویژه مانع جوانه زدن اسپرم می‌شوند، اثرشان در حضور نمک و قندهای ساده تشدید می‌شود. مقدار مجاز مصرف آنها حداکثر ۲۰۰ قسمت در میلیون است. در اثر دمای بالا و طی زمان نگهداری مواد غذایی، به مرور از مقدار این مواد کاسته می‌شود.

**ج — اسید استیک و استاتها:** استفاده از اسیداستیک به صورت سرکه برای نگهداری برخی از مواد غذایی مانند سبزیها و میوهها، سابقه‌ای بسیار دراز دارد اما امروزه از ترکیبات آن مانند استات سدیم، استات کلسیم، دی‌سدیم استات استفاده می‌شود، این مواد از نظر ایمنی مصرف جزو ترکیبات GRAS هستند و از آنها برای نگهداری سوبها، سُسها، شورجات، سبزیها و میوهها استفاده می‌شود.

اسیداستیک بر روی مخمرها و باکتری مؤثرتر است اما دی‌سدیم استات بر روی کپکها تأثیر بیشتری دارد. مقدار مجاز مصرف این ماده حدود  $0.8\%$  درصد است. این ترکیبات در pH پایین دارای اثر میکروکشی بیشتری هستند و پس از ختم عمل مربوط به خود، هیدرولیز شده، تبدیل به اتانول و گاز کربنیک می‌شوند.

**ح — دی‌فنیلها:** دی‌فنیلها یا بی‌فنیلها به عنوان ماده ضد کپک در کاغذ بسته‌بندی پرتقال به کار می‌روند. بدین ترتیب که کاغذهای بسته‌بندی پرتقال را به محلولهای آن آغشته کرده، پرتقال را در آن می‌پיچند. وجود این ماده در کاغذ، مانع رشد کپکهای سبز و آبی و قارچهای عامل قهوه‌ای شدن گوشت پرتقال پیچیده در آن می‌شود. از بخار این ماده در غلظت  $0.8\%$  میلی‌گرم در لیتر هوا برای جلوگیری از کپک‌زدن پرتقال در انبارها هم استفاده می‌شود. مقدار بی‌فنیل مصرفی باید به نحوی تنظیم شود که از  $0.8\%$  گرم به ازای هر کیلو پرتقال بیشتر نشود. با این غلظت مقدار دی‌فنیل جذب شده به وسیله گوشت میوه بسیار ناچیز است و ضرری برای سلامت مصرف‌کننده ندارد. دی‌فنیل در بدن متابولیزه می‌شود و تبدیل به ترکیبات گوناگون فنلی می‌گردد، مقدار قابل تحمل آن برای بدن انسان  $0.5\%$  میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است. مصرف مقدار بیشتر برای کودکان و کسانی که با بسته‌بندی پرتقال (در کاغذ پیچیدن آن) سر و کار دارند، ممکن است مخاطره‌آمیز باشد.

**خ — فسفین یا فوستوکسین:** گازی است با وزن مولکولی کم و نقطه جوش پایین و با قابلیت نفوذ بسیار زیاد در توده‌های مواد غذایی مانند غلات و حبوبات و همچنین اماکن نگهداری و وسایل حمل و نقل که ظرف ۳ تا ۱۵ روز حشرات و آفات انباری را نابود می‌کند. در تجارت مخلوطی از فسفید آلومینیوم، کربنات آمونیوم و پارافین به صورت قرصهای  $0.6\%$  گرمی و  $3\%$  گرمی و به صورت پودر در بسته‌بندیهای کوچک و غیر قابل نفوذ به بازار عرضه می‌شود. دز مؤثر آن  $0.1\%$  تا  $0.24\%$  میلی‌گرم به ازای لیتر است، در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  زمانی حدود ۱۵ روز و در دمای بالاتر در زمان کوتاهتری حشره‌زدایی با این ماده انجام می‌شود.

قرصهای این حشره‌کش دارای پوششی است که در مجاورت هوا ظرف حدود یک‌ساعت

باز شده و گاز حشره کش آزاد می‌گردد و در توده‌های محصول یا خلل و فرج و منافذ آن نفوذ کرده، آفات را نابود می‌کند. شرط موفقیت در انجام این روش، نفوذناپذیر بودن محل انجام عمل است به نحوی که گاز حاصل از محیط خارج نشود. برای حشره‌زدایی مقادیر کم محصول نحوه عمل به این ترتیب است که قرص را در دستمال کاغذی یا پارچه پیچیده در داخل یک قوطی کبریت قرار می‌دهند و آن را روی سطح محصول مانند برنج می‌گذارند. سپس مجموعه را در یک کیسه نایلونی گذاشته سر آن را بسته و به صورت وارونه قرار می‌دهند تا پس از تصعید، گاز از پایین به بالا حرکت کرده، در مسیر، آفات را نابود کند. پس از سپری شدن زمان لازم، بسته را به حالت اولیه قرار داده، کبریت را از روی آن برمی‌دارند و محصول را در معرض هوای تازه قرار می‌دهند تا گاز فسفین از لابه‌لای آن خارج شود.

## برخی از روشهای تبدیل مواد غذایی

### ۱- شیر و فرآورده‌های آن

**تعریف شیر:** شیر محصول دوشش کامل و مداوم یک دام ماده شیرده سالم است که به خوبی تغذیه شده و در موقع دوشیدن خسته نباشد و با رعایت اصول بهداشتی جمع‌آوری شده بدون آغوز باشد.

**ارزش غذایی شیر:** شیر یکی از کامل‌ترین و پرارزش‌ترین مواد غذایی است. به عبارت دیگر شیر دارای کلیه مواد مغذی لازم برای رشد و نمو بافتهای بدن می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که شیر غذای منحصر به فرد نوزاد هر پستاندار است. زیرا به تنهایی می‌تواند همه نیازهای غذایی او را تأمین کند. ارزش غذایی شیر مبتنی بر سه اصل علمی زیر است:

**الف - شیر منبع خوب و استثنائی پروتئین است که ارزش بیولوژیکی آن بالا بوده و باعث رشد نوزاد می‌شود.**

**ب - شیر منبع بسیار مهم کلسیم و فسفر است و به همین دلیل مصرف آن برای تمام سنین به ویژه سن رشد و سالخوردگی جهت جلوگیری از بروز بیماری پوکی استخوان ضروری است.**

**پ - شیر محتوی مجموعه‌ای از ویتامینها به ویژه ویتامینهای D و A و املاح به ویژه کلسیم می‌باشد.**

## ویژگیهای شیر

### ۱- ویژگیهای ظاهری شیر

**الف - رنگ شیر:** رنگ شیر بیشتر سفید کدر و یا سفید چینی است که علت آن وجود کازئین و کلسیم در شیر می باشد.

**ب - بوی شیر:** شیر دارای بوی مخصوص نیست ولی معمولاً در اثر تماس با ظروف و اماکن کثیف بوهای گوناگون به وسیله چربی شیر جذب شده و شیر بوی نامطبوع به خود می گیرد. همچنین تغذیه دام با انواع کلم و شلغم، چغندر علوفه ای و تفاله باعث پیدایش بوی علوفه در شیر می گردد. به همین علت تغذیه دام باید همیشه بعد از شیردوشی انجام گیرد چون بو و مزه علوفه تأثیر آنی و بدی در شیر می گذارد. علاوه بر آن در اثر فساد و تجزیه ترکیبات شیر بوهای مختلفی از قبیل ترشیدگی و گندیدگی در شیر پیدا می شود.

**پ - طعم شیر:** مزه شیر در اثر وجود لاکتوز کمی شیرین است. در بیماریهای ورم پستان، به علت ازدیاد محسوس کلریدها (و به ویژه کلرورسدیم) مزه شیر کمی شور می گردد. همچنین در اثر تجزیه چربی در اثر عوامل مختلف ممکن است طعم نامطبوعی در شیر ایجاد شود.

### ۲- خواص فیزیکی شیر

**الف - وزن مخصوص یا وزن حجمی شیر:** وزن واحد حجم شیر را وزن مخصوص شیر نامند. وزن حجمی شیر عادی گاو در  $15^{\circ}\text{C}$  بین  $1/034$  -  $1/028$  (به طور متوسط  $1/031$ ) است. بدین معنی که یک لیتر شیر در دمای  $15^{\circ}\text{C}$ ،  $1028$  تا  $1034$  گرم وزن دارد.

**pH و اسیدیته شیر:** pH شیر نژادهای مختلف گاو در دوره های مختلف شیردهی بین  $6/4$  تا  $6/8$  در نوسان است. بنابراین شیر تازه که از پستان می چکد اسیدیته ضعیفی دارد.

**ب - نقطه انجماد:** نقطه انجماد شیر همواره ثابت و به علت دارا بودن مولکولهای محلول در آن (وجود نمکها و قند شیر) پایین تر از صفر درجه و در حدود  $0/54^{\circ}\text{C}$  - ( $0/57^{\circ}\text{C}$  تا  $0/53^{\circ}\text{C}$ ) می باشد. بنابراین از نقطه انجماد آب پایین تر است.

**ت - گرمای ویژه:** برحسب تعریف، مقدار کالری که لازم است تا گرمای یک گرم جسم را یک درجه سانتی گراد افزایش دهد گرمای ویژه آن جسم نامیده می شود. گرمای ویژه شیر کامل  $0/94 - 0/93 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$  می باشد. شناخت گرمای ویژه شیر از نظر محاسبه تبادلات حرارتی در صنایع شیر به ویژه در پاستوریزه کردن و استریل کردن دارای اهمیت زیادی است.

**ث - نقطه جوش:** چون شیر به مقدار خیلی جزئی از آب سنگین تر است از این رو در درجه حرارت کمی بالاتر از آب به جوش می آید.

ترکیبات شیر: مواد تشکیل دهنده شیر عادی گاو سالم به شرح زیر می باشد.

۱- آب: قسمت اعظم (حدود ۸۷ درصد) شیر را آب تشکیل می دهد.

۲- ماده خشک و ماده خشک بدون چربی: ماده خشک به مجموعه موادی گفته می شود که پس از خروج آب در شیر باقی می ماند. ماده خشک بدون چربی عبارتست از مقدار کل ماده خشک شیر منهای مقدار چربی آن و مقدار آن در شیر از ۸۵ تا ۹۴ گرم در لیتر تغییر می نماید.

۳- چربی شیر: چربی شیر به حالت امولسیون و به صورت گویچه یا ذرات بسیار ریز در شیر دیده می شود و مقدار آن از یک طرف با مقدار شیر در نژادهای مختلف یک دام رابطه معکوس دارد و از طرف دیگر به دوره شیردهی، سن دام، تغذیه، فصل و محیط شیردوشی بستگی دارد.

۴- مواد ازته (مواد پروتئینی): مواد ازته شیر بدون شک پیچیده ترین و مهمترین قسمت از ترکیبات شیر را تشکیل می دهد. به طور کلی ۹۵-۹۲ درصد از مواد ازته شیر را پروتئینها و ۵ تا ۸ درصد کل مواد ازته شیر را مواد ازته غیر پروتئینی تشکیل می دهد که مهمترین آنها اوره می باشد. همچنین مهمترین مواد پروتئینی شیر عبارتند از کازئین - لاکتالبومین و لاکتوگلوبولین که از آن میان کازئین شیر (پروتئین اختصاصی شیر) دارای اهمیت خاصی می باشد.

۵- لاکتوز: لاکتوز قند اختصاصی شیر است که از گلوکز ساخته می شود و مقدار آن در شیر گاو از ۴۷ تا ۵۲ گرم در لیتر تغییر می کند.

۶- املاح موجود در شیر: از املاح موجود در شیر می توان کلسیم، فسفر، کلر، سدیم، منیزیم و به علاوه در شیر مقدار ناچیزی آلومینیم، برم، مس، آهن، فلئور، روی، ید، منگنز، مولیبدن، سیلیسیوم و استرانسیوم وجود دارد که در بین مواد معدنی، کلسیم دارای اهمیت ویژه ای است و همچنین مقدار خاکستر شیر گاو بین ۷۲٪ تا ۷۵٪ درصد می باشد.

۷- ویتامینها: ویتامینهای شیر به دو دسته تقسیم می شوند: الف: ویتامینهای محلول در چربی مانند ویتامینهای K، E، D و A.

ب- ویتامینهای محلول در آب مانند ویتامینهای گروه B (B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، B<sub>6</sub> و B<sub>12</sub>) و ویتامین C.

۸- گازهای محلول در شیر: در شیر گازهای مختلفی مانند دی اکسید کربن، گاز ازت و گاز اکسیژن وجود دارد.

۹- آنزیمهای شیر: آنزیمها، پروتئینهایی هستند که نظیر کاتالیزورهای معدنی عمل می کنند یعنی در واکنشهای شیمیایی دخالت نموده، بدون آن که تغییری در ترکیب آنها به وجود آید باعث تسریع در واکنشهای شیمیایی می شوند. آنزیمهای موجود در شیر عبارتند از: لیپاز، فسفاتاز، پروتئازها و کاتالاز.



راههای آلودگی شیر: میکروارگانسیمها از چند طریق شیر را آلوده می نمایند.  
 الف- از محیط داخلی بدن حیوان شیرده: بعضی از میکروارگانسیمهای بیماریزا مثل میکروب سل و تب مالت ممکن است از طریق خون به پستان برسند و سپس وارد شیر گردند.  
 ب- از محیط خارج: ۱- از طریق پوست حیوان شیرده، ۲- به واسطه کارگرانی که شیر را جابه جا و با آن کار می کنند، ۳- از طریق تجهیزات و وسایلی که شیر در آنها تهیه و تبدیل می شود، ۴- از هوای اصطبل و سالن شیردوشی و ... ۵- از طریق آبهای آلوده.

### روشهای سالم سازی و نگهداری شیر

۱- نگهداری شیر به وسیله گرما: در صنعت برای به تأخیر انداختن فساد شیر آن را پاستوریزه و برای نگهداری طولانی مدت استریلیزه می نمایند و برای آسان کردن حمل و نقل آن را تغلیظ یا خشک می کنند.

الف- پاستوریزه کردن: پاستوریزه کردن شیر عبارت است از استفاده صحیح از گرما برای از بین بردن کلیه میکروبهای بیماریزای شیر و همچنین حدود ۹۹/۵ درصد میکروبهای غیر بیماریزا برای این منظور از دمای کمتر از  $100^{\circ}\text{C}$  استفاده می گردد.

روشهای مختلف پاستوریزه کردن شیر عبارتند از:

۱- پاستوریزه کردن پست یا کند یا روش L.T.L.T (دمای کم - زمان زیاد)؛ ۲- پاستوریزه کردن پست مداوم؛ ۳- پاستوریزه کردن شیر در داخل بطری؛ ۴- پاستوریزه کردن سریع؛ ۵- روش پاستوریزه کردن بالا یا روش H.T.S.T (حرارت بالا - زمان کم).

ب- استریل کردن شیر: استریل کردن شیر به معنی نابود کردن کلیه میکروبهای بیماریزا و غیر بیماریزا و اسپور (اشکال مقاوم میکروب) آنها می باشد.

روشهای استریل کردن شیر عبارتند از:

الف- روشهایی که در آنها ابتدا شیر بسته بندی (در داخل بطری) و سپس استریل می گردد.  
 ب- روشهایی که در آنها شیر قبل از بطری کردن به طور مداوم و در حرارتهای خیلی بالا استریل می گردد (U.H.T).<sup>۲</sup>

۱- Low Temperature Long Time

۲- High Temperature Short Time

۳- Ultra High Temperature

## اصول تبدیل فرآورده‌های شیر

### ۱- خامه

**الف - تعریف:** وقتی شیر را به حال خود بگذاریم بعد از ۱۲ ساعت حدود نصف و بعد از ۲۴ ساعت قسمت عمده چربی آن به خودی خود بالا آمده، در سطح شیر لایه‌ای را تشکیل می‌دهد. این لایه که از تراکم گویچه‌های چربی تشکیل شده است «خامه» نامیده می‌شود.

**ب - روشهای خامه‌گیری:** خامه‌گیری به دو روش انجام می‌شود:

۱- روش سنتی: این روش قدیمی، خود به دو صورت انجام می‌شود: نخست آن که شیر را در ظروف کم عمق (۴-۶ سانتیمتر) ریخته، برای سهولت انجام کار، آن را کمی گرم می‌کنند و به حال خود می‌گذارند و بعد از ۲۴ تا ۳۶ ساعت خامه را از سطح شیر برمی‌دارند و دیگر آن که شیر را به وسیله یخ در ظرفهای بزرگی (۵۰-۳۰ لیتری) خنک کرده، بعد از ۱۲ ساعت خامه آن را می‌گیرند. در این روش به علت سرعت عمل، خامه شیرین به دست می‌آید.

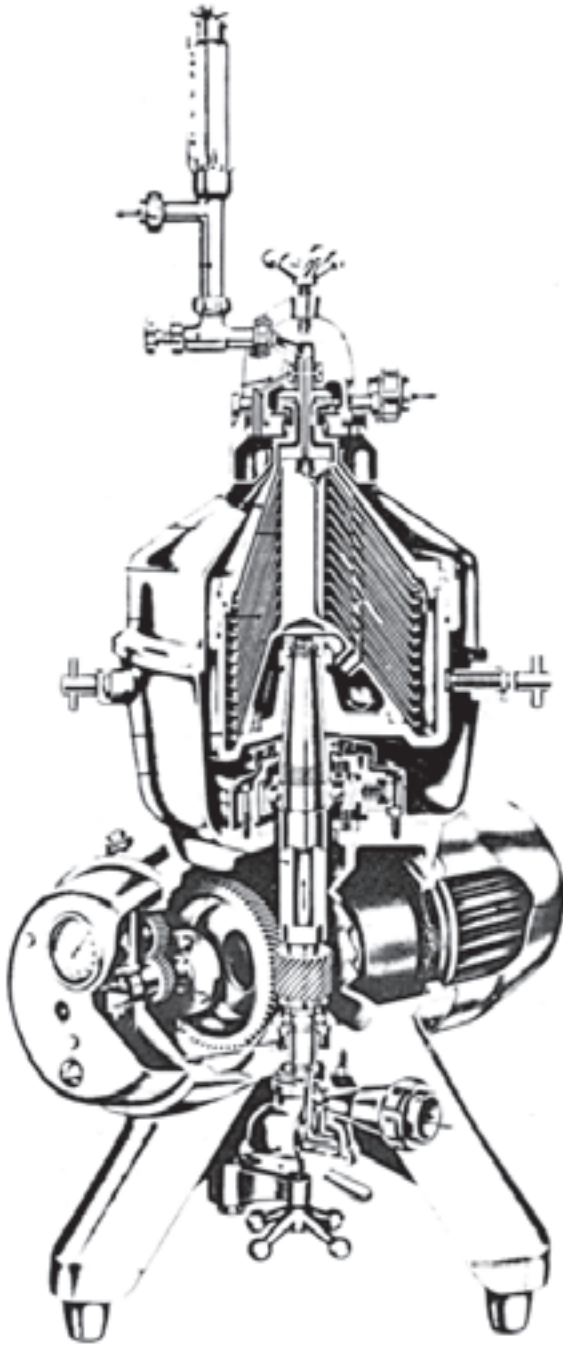
روشهای بالا ناقص است و حدود ۲ تا ۳ گرم (و غالباً تا ۱۰ گرم) چربی در هر لیتر شیر، باقی

می‌ماند.



شکل ۱۸-۴

۲- استفاده از میان‌گریز (سانتریفوژ): در این روش از نیروی گریز از مرکز استفاده می‌شود. اساس این روش عبارت است از اینکه وقتی دو مایع غیر قابل اختلاط و با وزن مخصوص متفاوت را در ظرفی بریزیم و ظرف را حول محوری به سرعت بچرخانیم شدت نیروی گریز از مرکز به تناسب وزن مخصوص آنها اثر می‌کند و مایع سبک در اطراف محور و مایع سنگین‌تر دورتر از محور جمع می‌شود. بدین ترتیب چنانچه شیر کامل را در حول محوری به دوران درآوریم به دو قسمت تقسیم می‌گردد: یکی خامه (به وزن مخصوص  $d = 0.93$  در  $15^{\circ}\text{C}$ ) که تراکم چربی است و به علت سبک بودن در اطراف محور جمع می‌شود و دیگری شیر پس چرخ (به وزن مخصوص  $d = 1.036$ ) که سنگین‌تر از چربی می‌باشد و در اطراف پراکنده می‌گردد.



شکل ۱۹-۴

## ج - شرایط خامه‌گیری

عوامل زیر در عمل خامه‌گیری مؤثرند:

الف - سرعت چرخش یا سرعت خامه‌گیری: سرعت چرخش کاسه خامه‌گیر باید مطابق دستور کارخانه سازنده باشد. کاهش سرعت موجب نقص خامه‌گیری می‌گردد و افزایش آن نه تنها در خامه‌گیری تأثیری ندارد بلکه باعث فرسودگی دستگاه می‌شود.

ب - دما: گرم بودن شیر در بازدهی تأثیر زیادی دارد و موجب سهولت جداسدن گویچه‌های چربی می‌شود.

پ - قطر گویچه‌های چربی: هر قدر قطر گویچه‌های چربی بزرگتر باشد عمل خامه‌گیری سریعتر صورت می‌گیرد. با دستگاه‌های خامه‌گیری جدید می‌توان چربی شیر را به‌طور کامل گرفت و میزان چربی را در شیر پس‌چرخ به ۸/۰ درصد رسانید.

ت - میکروبی‌شناسی خامه: چنانچه خامه را مدتی به حال خود بگذاریم تغییر و تحولاتی در آن به وجود می‌آید. بعضی از میکروب‌های پروتئولیتیک یا کلی فرما مانند *Klebsiella aerogenes* در سه یا چهار ساعت اول در محیط، رشد و نمو و تکثیر می‌نمایند. پاره‌ای از این میکروبها مواد معطری مانند دی‌استیل تولید می‌نمایند. کمی بعد استریتوکوک‌های لاکتیک به‌ویژه گونه *Strep Cremoris* شروع به ازدیاد نموده، ۹۸ تا ۹۹ درصد بار میکروبی خامه را تشکیل می‌دهد. این مرحله، مرحله ماتوراسیون (Maturation) یا رسیدن خامه است. در این مرحله اسیدیته کم کم بالا می‌رود و در اثر انعقاد کازئین موجود در شیر اطراف گویچه‌های چربی ضخامت خامه زیادتر می‌گردد و تولید اسید لاکتیک بازم ادامه می‌یابد و همین که به حد معینی رسید لاکتوباسیلها که در pH پایین مقاومت بیشتری دارند وارد عمل می‌گردند. در این مرحله تعداد زیادی از میکروبهای اسید دوست مخمرها، قارچها که تعداد و انواع آنها بسیار متنوع‌تر از شیر است در سطح خامه رشد کرده، ایجاد طعم و بوی نامطبوع می‌نمایند و در اثر مصرف اسیدهای آلی موجود در محیط، ابتدا مرحله خنثی‌شدن و سپس مرحله گندیدگی را به وجود می‌آورند. بدیهی است بسته به موارد کاربرد خامه می‌توان در صنعت از تحول میکروبی آن استفاده نمود یا آن را متوقف ساخت. برای نمونه در تبدیل خامه به کره مرحله ماتوراسیون یا پرورش خامه لازم است. در حالی که در خامه‌هایی که تازه به مصرف می‌رسند باید با استفاده از سرما، پاستوریزه کردن یا سایر روشهای نگهداری فعالیتهای میکروبها را متوقف ساخت و خامه را از خرابی و فساد دور نگهداشت. به‌علاوه میکروبهای مختلف بیماری‌زا مانند *Eberthella* و *Micrococcus Pyogenes* و *Typhosa* و سالمونلاهای دیگر ممکن است در مراحل تولید خامه از راه دست یا ترشحات دهان انسان وارد خامه شوند و مصرف آن موجب بیماریهای عفونی یا مسمومیت گردد.

ث- ویژگیها و ترکیبات خامه: ترکیب شیمیایی خامه مشابه ترکیب شیمیایی شیر است با این تفاوت که مقدار چربی آن خیلی بیشتر است. از نظر فیزیکی خامه مانند شیر، حالت امولسیون چربی در آب است. نسبت درصد چربی در خامه برحسب نوع و شدت خامه‌گیری متفاوت است.

## ۲- سرشیر یا قیماق

در روش محلی وقتی شیر را برای تهیه ماست می‌جوشانند در فاصله زمانی که طول می‌کشد تا شیر به دمای  $50^{\circ}\text{C}$  -  $45^{\circ}\text{C}$  برسد مقداری از چربی به صورت لایه نسبتاً سفتی بر سطح شیر جمع می‌شود و می‌بندد که این لایه متراکم را «سرشیر» می‌گویند.

## ۳- کره

الف - تعریف: کره محصولی است که از زدن خامه و شیر (یا فرآورده‌های آن مانند ماست، دوغ و ...) به دست آمده و در هر  $100^{\circ}\text{C}$  گرم دارای حدود  $82^{\circ}\text{C}$  گرم چربی و  $18^{\circ}\text{C}$  گرم مواد غیرچربی ( $16^{\circ}\text{C}$  گرم آب) می‌باشد.

### ب - طرز تهیه کره از خامه

الف - پاستوریزه کردن خامه: منظور از پاستوریزه کردن خامه از یک طرف، از بین بردن تمام میکروبهای بیماری‌زایی است که ممکن است در آن موجود باشد و از طرف دیگر، بی‌اثر کردن آنزیمهای تجزیه‌کننده چربی که احتمالاً موجب فساد و خرابی کره و مانع نگهداری آن می‌گردند، می‌باشد و چون چربی در برابر دمای بالا مقاوم می‌باشد بهتر است پاستوریزه کردن را در دمای بالا انجام داد. برای این منظور می‌توان از دمایی که حدود  $9^{\circ}\text{C}$  -  $8^{\circ}\text{C}$  بیشتر از دمای پاستوریزه کردن است، استفاده نمود. عده زیادی از صاحب نظران معتقدند که دمای پاستوریزه کردن کره نباید از  $8^{\circ}\text{C}$  کمتر باشد و دمای  $90^{\circ}\text{C}$  تا  $95^{\circ}\text{C}$  به مدت  $30^{\circ}$  ثانیه را پیشنهاد می‌نمایند. در سالهای اخیر برای پاستوریزه کردن خامه از دمای بالاتر و برای مدت کوتاه نیز استفاده می‌گردد.

ب- کشت خامه: پاستوریزه کردن، بیشتر میکروبهای موجود در خامه را از بین می‌برد. بدین جهت برای پرورش یا رسیدن خامه باید مجدداً آن را با مایه‌های ویژه مانند Sterp.Cremoris و Sterp.Lactis کشت داد. این دو باکتری در خامه فعالیت کرده، ترشی و عطر لازم را در خامه ایجاد می‌نمایند و خامه را برای تولید آماده می‌سازند. خامه‌ای که رسیده باشد به سختی تبدیل به کره می‌شود و فاقد عطر ویژه و مورد نظر می‌باشد.



شکل ۲۰-۴

پ- تولید کره از خامه و شرایط آن: پس از اینکه ترشی و عطر لازم در خامه به وجود آمد خامه وارد دستگاهی به نام «گردونه کره زنی» شده، تبدیل به کره می گردد.

شرایط لازم برای کره زنی عبارت اند از:

۱- تکان دادن: هر قدر خامه در گردونه کره زنی بیشتر تکان داده شود عمل کره زنی سریعتر انجام می شود. این امر از یک طرف به سرعت چرخش گردونه (۲۰ تا ۳۰ دور در دقیقه) برحسب حجم دستگاه و از طرف دیگر به مقدار خامه بستگی دارد. (مقدار خامه نباید از ۵٪ حجم گردونه تجاوز نماید.)

۲- دمای عمل: در دمای بالاتر عمل کره زنی سریعتر انجام می شود اما در این حالت احتمال وارد شدن مقداری از کره در دوغ نیز وجود دارد. دمای مناسب کره زنی در زمستان حدود  $12-13^{\circ}\text{C}$  و در تابستان  $1-8^{\circ}\text{C}$  است.

۳- ترشی خامه: اسیدیته خامه با تغییراتی که در ساختمان فیزیکوشیمیایی پروتیدهای اطراف گویچه های چربی ایجاد می نماید موجب تسهیل و تسریع عمل کره زنی می گردد.

۴- غلظت چربی: در خامه های غلیظ به علت ویسکوزیته زیاد عمل کره زنی به سختی انجام می شود. خامه های رقیق نیز حجم زیادی را در داخل گردونه اشغال کرده، در نتیجه عمل کره زنی به درستی صورت نمی گیرد. بدین جهت خامه ۳۵ تا ۴۰ درصد چربی را برای کره زنی مورد استفاده قرار می دهند.

ت — مدت کره‌زنی: عمل کره‌زنی ۳۵ تا ۴۵ دقیقه طول می‌کشد. جریان کره‌زنی و پایان کار را می‌توان به وسیله درجه شیشه‌ای که در بدنه گرده‌تعبیه شده است مشاهده نمود. در روی درجه شیشه‌ای گرده‌تعبیه ابتدا خامه چون شیر جریان پیدا می‌کند و رنگ شیری مات به شیشه می‌دهد سپس کم‌کم دانه‌های کره روی شیشه شفاف ظاهر می‌شوند. پس از تشکیل دانه‌های کره، سرعت چرخش گرده‌تعبیه را کند کرده، آن را چند دقیقه دیگر به آهستگی می‌چرخانند و سپس متوقف ساخته، دوغ حاصله از کره‌زنی را خارج می‌سازند.

ث — شستشوی دانه کره: پس از اینکه دوغ از گرده‌تعبیه خارج گردید باید دانه‌های کره شسته شوند. آبی که برای شستشو به کار برده می‌شود باید خالص و عاری از آلودگی شیمیایی و میکروبی باشد. دمای آب باید نزدیک به دمای دانه‌های کره و در حدود  $12^{\circ}\text{C}$  باشد. مقدار آب لازم در هر بار شستشو باید معادل یک چهارم حجم گرده‌تعبیه باشد. به طور کلی دو بار شستشو و هر بار به مدت ۱۰ دقیقه کافی است زیرا شستشوی زیاد موجب خرابی نسج کره می‌گردد.

ج — نمک‌زدن کره: در بعضی از کشورها، کره‌های نمک‌دار تهیه می‌کنند. مقدار این نمک، در حدود ۲ درصد مناسب است. نمک علاوه بر طعم ویژه، مانع رشد و نمو میکروبیها می‌گردد. رطوبت کلی کره نیز تغییر می‌نماید زیرا نمک موجب خروج آب گردیده، در نتیجه مقدار وزن کره کاهش می‌یابد. برای نمک‌زدن کره می‌توان از نمک خشک و نرم یا از آب نمک استفاده نمود.

چ — مالش دادن کره: این عمل باعث چسبیدن دانه‌های کره به یکدیگر و پخش یکنواخت آب در بستر چربی می‌شود. مالش دادن کره در نگهداری و کیفیت بهداشتی آن، تأثیر دارد. زیرا با پخش یکنواخت و در نتیجه کوچک شدن قطرات آب فعالیت باکتریها کمتر می‌شود. امروزه مالش دادن کره در داخل خود گرده‌تعبیه صورت می‌گیرد. بدین ترتیب که پس از خروج آب شستشوی دانه کره گرده‌تعبیه را به آهستگی به چرخش درآورده، در نتیجه فشار توده کره و ضرباتی که در اثر برخورد با دیواره گرده‌تعبیه حاصل می‌شود کره مالش داده می‌شود.

ح — بسته‌بندی کره: بسته‌بندی کره به دو صورت به شرح زیر صورت می‌گیرد:

۱ — بسته‌بندی کلی: در این روش از کارتنهای مقوایی یا از بشکه‌های چوبی به اندازه‌های ۲۵-۲۰ کیلوگرم یا بیشتر استفاده می‌شود. برای جلوگیری از تماس مستقیم کره با چوب و در نتیجه ممانعت از انتقال طعم و بوی مخصوص چوب به کره، در قسمت داخلی پوششی از کاغذ پارافینه یا سولفوریزه یا از ورقه‌های نازک قلع یا آلومینیم یا سلولز به کار برده می‌شود.

۲ — بسته‌بندی قالبی: در این طریق از دستگاههای بسته‌بندی که به طور خودکار کره را به اندازه‌های مختلف در حدود ۱۲۵ تا ۲۵۰ گرم در کاغذهای سولفوریزه یا آلومینومی بسته‌بندی می‌کند، استفاده

می‌شود. در سالهای اخیر بسته‌بندی کره در قالبهای کوچکتر ۲۰ تا ۵۰ گرمی برای مراکز تغذیه گروهی عرضه می‌شود. دستگاههای بسته‌بندی که با کره تماس مستقیم دارند باید از فلز زنگ‌نزن ساخته شوند و رعایت جنبه‌های بهداشتی در آنها الزامی است.

۳- طرز تهیه کره از ماست یا دوغ (روش سنتی): در این روش، شیر را تا حدود دمای بدن گرم کرده، مقداری ماست به‌عنوان مایه به آن می‌افزایند. پس از آنکه مدتی در همان دما نگهداری گردید منعقد می‌شود و تبدیل به ماست می‌گردد. بعد آن را خنک کرده، پس از انعقاد، آن را با اندکی آب رقیق می‌کنند (اگر اهمیتی به استفاده از دوغ باقیمانده داده نشود، می‌توان تا دو سه برابر حجم ماست به آن آب اضافه کرد اما در بیشتر موارد نسبت آب و ماست برابر است تا دوغ حاصله نیز قابل استفاده باشد). سپس مخلوط را در ظرفی سر بسته (مشک) ریخته، آن را آنقدر تکان می‌دهند یا به اصطلاح «می‌زنند» تا چربی آن جدا شود. زدن دوغ باعث می‌شود که ذرات چربی به هم چسبیده، به‌صورت دانه‌های کوچک کره درآیند. چنانچه محتویات مشک را در ظرفی ریخته، به‌حال خود بگذاریم دانه‌های حاصله کره خیلی زود بر سطح مایع جمع می‌شوند که می‌توان به‌راحتی از آن جدا کرد. آنچه در ظرف باقی می‌ماند دوغ کره است.

#### ۴- روغن حیوانی

برای اینکه کره فاسد نشود آن را تبدیل به روغن می‌کنند. برای این کار کره را به ملایمت حرارت می‌دهند تا چربی آن ذوب شود. در اثر ذوب، در سطح مایع کف پیدا می‌شود که باید آنها را از روغن جدا کرد و دور ریخت. آب و سایر مواد اضافی آن (مواد پروتئینی، لاکتوز و نمکها) که دوغ نامیده می‌شود در ته ظروف باقی می‌ماند. این مواد ته‌نشین شده را به کمک صافی از روغن جدا می‌کنند. این روغن کره در ایران به نام «روغن حیوانی» معروف است که قابلیت نگهداری آن بیشتر از کره، خامه یا سرشیر است و در صورتی که خوب تهیه شده باشد (با حداکثر ۵٪ آب و حداقل ۹۹/۳٪ چربی) در دمای حدود ۵°C در ظروف مناسب ۱ تا ۲ سال و بیشتر قابل نگهداری است. چون از یک طرف در اثر صاف کردن مقدار عمده مواد غیرچربی آن جدا شده است و از طرف دیگر محیط چندان مناسبی برای فعالیت باکتریها وجود ندارد و آلودگی میکروبی آن ضمن حرارت دادن از بین رفته است. مهمترین عامل فساد روغن اکسیدشدن آن می‌باشد که در مجاورت نور و هوا صورت می‌گیرد.



## ۵- ماست

**الف- تعریف:** ماست فرآورده‌ای است که از شیر، تحت تأثیر باکتریهای لاکتیک و باکتریهای ویژه ماست (استریتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس) بر بعضی مواد موجود در آن به دست می‌آید.

**ب- ویژگیهای شیری که در تهیه ماست بکار می‌رود:**

- ۱- از دام سالم دوشیده شده، تازه و تمیز باشد و بار آلودگی میکروبی آن کم باشد.
- ۲- حالت طبیعی داشته باشد و دارای طعم و بوی نامطبوع نباشد.
- ۳- مقدار آلبومین و کازئین آن زیاد نباشد.
- ۴- هیچگونه تقلب (گرفتن چربی، مخلوط نمودن آب و یا جوش شیرین) در آن اعمال نشده باشد.

۵- بدون آنتی‌بیوتیک باشد.

**ج- روشهای تهیه ماست:**

۱- روش تهیه ماست پاستوریزه (صنعتی)

۱-۱- پاستوریزه کردن شیر: در روش نیمه‌صنعتی تغلیظ و پاستوریزه کردن شیر در دیگهای دوجداره و در دمای  $85^{\circ}\text{C}$  به مدت ۱۵ دقیقه یا  $80^{\circ}\text{C}$  به مدت نیم ساعت انجام می‌شود. چنانچه از پاستوریزاتورهای صفحه‌ای استفاده شود پاستوریزه کردن در دمای  $82^{\circ}\text{C}$  و به مدت ۲ دقیقه صورت می‌گیرد. پاستوریزه کردن شیر از دو جهت در کیفیت ماست مؤثر است، از یک طرف با از بین بردن باکتریهای رقیب، محیط مساعدی برای رشد و نمو و فعالیت میکروبیهای موجود در مایه ماست فراهم می‌شود و از طرف دیگر با تبخیر آب، غلظت و قوام ماست افزایش می‌یابد.

۱-۲- سرد کردن شیر تا دمای مایه‌زنی: دمای مناسب مایه‌زنی  $42-45^{\circ}\text{C}$  است که این دما با عبور دادن آب سرد از بین دو جداره دیگ و یا با عبور دادن شیر از سردکننده‌های ویژه تأمین می‌گردد.

۱-۳- مایه‌زنی: مایه ماست، ماده‌ای است که سبب بالارفتن اسیدیتیه شیر و به وجود آمدن طعم و مزه ویژه ماست می‌شود. در مورد میکروارگانیسمهای موجود در مایه ماست نظریه‌های مختلفی ابراز شده اما بیشتر صاحب‌نظران معتقدند که در جریان تبدیل شیر به ماست، دو باکتری استریتوکوکوس ترموفیلوس *Str. thermophilus* و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس *L. Bulgaricus* نقش مهمی را ایفا می‌کنند. بعد از اینکه شیر را به ترتیبی که ذکر شد تا دمای  $42-45^{\circ}\text{C}$  سرد کردند از یک کشت خالص باکتریهای ماست که به نسبت ۴۵٪ و ۵۵٪ قرار دارند شیر را کشت

داده، یا به اصطلاح به آن مایه می‌زنند. مقدار این مایه حدود ۲ تا ۳ درصد شیر مصرفی می‌باشد.

۱-۴- بسته‌بندی: پس از اینکه مایه به شیر افزوده شد آن را مدتی خوب به هم زده، سپس بسته‌بندی می‌نمایند. برای بسته‌بندی ماست می‌توان از ظروف شیشه‌ای، مقوایی یا پلاستیکی استفاده نمود.

۱-۵- نگهداری در گرمخانه: نگهداری شیر مایه‌زده‌شده در گرمخانه، مهمترین مرحله تهیه ماست است. زیرا در این مرحله اسیدهای آلی، عطر و طعم، انعقاد پروتئینهای شیر و مانند اینها انجام می‌شود که هر یک در کیفیت ماست اهمیت زیادی دارند. عواملی مانند: مقدار مایه، دمای گرمخانه، مدت نگهداری ماست در گرمخانه در این عمل تأثیر دارند. بدین معنی که کم یا زیاد شدن هر یک از سه عامل بالا در شیرینی، ترشی و عطر ماست تأثیر زیاد دارند. چنانچه دمای گرمخانه پایین باشد استوتیتوکوکوس ترموفیلوس آن بیشتر رشد و نمو کرده، ماست حاصله شیرین و معطر خواهد بود، در حالی که اگر دمای گرمخانه بالا باشد لاکتوباسیلوس بولگاریکوس بیشتر رشد و نمو نموده، ماست بدست آمده ترش خواهد شد.

۱-۶- سردکردن ماست: بعد از اینکه ترشی ماست به میزان موردنظر رسید بلافاصله باید ماست را تا کمتر از  $1^{\circ}\text{C}$  سرد نمود. اگر این عمل زودتر از موقع انجام شود طعم ماست خوب نخواهد بود و قوام آن کم است و به‌زودی آب می‌اندازد و اگر این عمل دیر انجام گیرد ماست دارای طعم ترش یا تلخ خواهد بود.

۲- تهیه ماست به روش سنتی: در این روش ابتدا شیر را می‌جوشانند، بعد آن را تا دمای حدود  $37^{\circ}\text{C}$  و یا کمی بیشتر سرد می‌کنند. سپس مقداری از ماست روزهای قبل (۲-۳) قاشق غذاخوری برای هر کیلوگرم شیر) به‌عنوان مایه به آن می‌افزایند و خوب مخلوط می‌کنند. پس از آن ظرف را در جای گرم قرار می‌دهند و یا روی آن را طوری می‌پوشانند که دمای آن پایین نیاید. شیر مایه‌زده پس از چند ساعت به تدریج منعقد می‌شود و تبدیل به ماست می‌گردد. در ماست‌بندیهای بزرگ شیر را مدتی می‌جوشانند تا کمی غلیظ شود و بعد از خنک‌شدن تا دمای حدود  $42^{\circ}\text{C}$  آن را مایه می‌زنند و در ظروف ویژه ریخته، برای ثابت نگهداشتن دما از اتاقهای کوچک گرم استفاده می‌کنند.

د- ارزش غذایی ماست: ماست، علاوه بر اینکه یک ماده غذایی خوش طعم و گواراست از نظر بهداشتی هم اهمیت به‌سزایی دارد به طوری که عده‌ای معتقدند مصرف آن در ازدیاد طول عمر مؤثر می‌باشد زیرا اسیدلاکتیک حاصله از فعالیت مخمرهای لاکتیک در روده، مانع تکثیر میکروبهای ناخواسته می‌شود و محیط را برای رشد و نمو باکتریهای مفید مساعد می‌سازد. از نظر غذایی،

ماست یکی از بهترین فرآورده‌های شیر می‌باشد و دارای تمامی عناصر غذایی موجود در شیر است و در بعضی از مناطق گرمسیر که عده زیادی از مردم در فقر پروتئینی بسر می‌برند و امکانات لازم برای سالم‌سازی و توزیع شیر وجود ندارد می‌توان از این محصول به‌نحو شایسته استفاده نمود.

## ۶- پنیر

**الف - تعریف:** پنیر یکی از فرآورده‌های شیر است که در نتیجه انعقاد کازئین به‌وسیله مایه پنیر یا اسیدلاکتیک و جدا کردن آن از سایر قسمت‌های شیر، تولید می‌شود و هنگام صاف کردن آنچه همراه کازئین منعقد شده، روی صافی می‌ماند و دلمه یا پنیر تازه به‌دست می‌آید. بنابراین منظور از پنیرسازی، تبدیل شیر به ماده‌ای است متراکم که زمان بیشتری قابل نگهداری است و به‌علت فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی که در آن صورت می‌گیرد دارای طعم ویژه خود می‌باشد.

### ب - مراحل تهیه پنیر

۱- پاستوریزه کردن شیر: تهیه پنیر از شیر غیر پاستوریزه معایب زیادی دارد. برای اینکه باکتری‌های بیماری‌زای شیر که ممکن است در پنیر تا هنگام مصرف زنده بمانند از بین بروند و باکتری‌های مضر برای پنیرسازی نابود شوند شیر را پاستوریزه می‌کنند. بر اثر پاستوریزه کردن شیر مورد نظر برای پنیرسازی، از قابلیت انعقاد شیر کاسته می‌شود که این عیب را می‌توان با افزودن املاح کلسیم (کلرور یا فسفات) به مقدار ۳۰-۲۰ گرم در صد لیتر شیر تا حدود زیادی برطرف نمود. عیب دیگر، کشته شدن میکروارگانسیم‌های مفید و لازم برای پنیرسازی است اما این نقص را نیز می‌توان با افزودن کشت خالص باکتری‌های لازم حتی در شرایطی بهتر از وضع طبیعی جبران کرد زیرا در این صورت در محیط فقط باکتری‌های مفید و مطلوب وجود خواهند داشت.

۲- انعقاد با مایه پنیر: مایه پنیر که قسمت عملکردی آن آنزیمی به نام رنین<sup>۱</sup> می‌باشد، از معدۀ دام‌های جوان از جمله گوساله و بره به‌دست می‌آید. مقدار اندکی از این آنزیم مانند سایر آنزیم‌ها قادر است مقدار زیادی شیر را منعقد سازد و بیشتر روی کازئین اثر کرده، آن را به دو قسمت کلسیم پاراکازئین و پروتئین آب پنیر تجزیه کند. قسمت عمده که همان کلسیم پاراکازئین می‌باشد به‌صورت لخته شفاف چینی‌مانندی جدا می‌شود. بهترین دما برای تأثیر مایه پنیر دمای  $38-40^{\circ}\text{C}$  است ولی در عمل انعقاد در دمای  $28-35^{\circ}\text{C}$  صورت می‌گیرد. مقدار مایه پنیر که به شیر افزوده می‌شود برحسب انواع پنیر مورد نظر متفاوت است و البته به‌قدرت انعقاد مایه پنیر بستگی دارد. برای

<sup>۱</sup> - Renine

هرصد کیلوگرم شیر حدود ۱۰ تا ۱۵ میلی لیتر عصاره یا ۳-۲ گرم گرد آن استفاده می شود.

۳- بریدن دلمه یا لخته: وقتی انعقاد به حد مطلوب رسید باید دلمه را برید. برای این کار از چاقوی ویژه استفاده می کنند و محتوی ظرف را در طول و عرض آن به فواصل ۳-۲ سانتیمتر یا اندازه های دیگر می برند. در کارخانه ها برای بریدن دلمه از ابزار برش سیمی که شبیه چنگ است و سیمهایی به فواصل معین به طور افقی یا عمودی روی آن قرار دارد استفاده می کنند. به این ترتیب دلمه به دست آمده به قطعاتی به ابعاد حدود ۱ سانتیمتر تقسیم می گردد.

۴- آبگیری نسبی لخته: پس از اینکه شیر منعقد و بریده شد باید آب پنیر یا به اصطلاح لاکتوسرم لابه لای لخته ها را خارج نمود. این عمل در انواع مختلف پنیر متفاوت است. در مورد پنیرهای نیمه سخت دلمه را روی صافی داخل قالب می ریزند و بدین طریق آب پنیر خارج می شود و پنیر شکل مورد نظر را به خود می گیرد. در پنیرهای سخت دلمه را بعد از آنکه در صافی پارچه ای ریخته شد زیر فشار قرار می دهند تا آب اضافی پنیر خارج شود. در انواع پنیر برای آبگیری لخته از دستگاههایی که فشار آنها قابل تنظیم است، استفاده می کنند.

۵- نمک زدن: برای نمک زدن پنیر در بعضی از انواع پنیر مقدار نمک لازم را (برای هر ۱۰۰ کیلوگرم دلمه ۲/۳ کیلوگرم نمک) روی خرده دلمه ها پاشیده و خوب مخلوط می کنند و مالش می دهند. در روش نمک زنی خشک، قطعات قالب پنیر را در نمک می غلتانند و مقدار نمکی را که روی پوست پنیر چسبیده، به خوبی روی آن مالش می دهند تا در سطح پنیر که پوست آن را تشکیل می دهد جذب شود. تعداد دفعات و مقدار نمکی که باید برای این کار مصرف شود متفاوت است و به نوع پنیر بستگی دارد. استفاده از آب نمک بیشتر از سایر روشها معمول است. در این طریقه قالبهای پنیر را در ظرف حاوی آب نمک قرار می دهند. غلظت آب نمک و مدتی که پنیر باید در آن بماند در انواع پنیرها متفاوت است و از چند ساعت تا چند روز ممکن است طول بکشد. این مدت به غلظت آب نمک، دمای آن و مقدار نمکی که پنیر باید داشته باشد، بستگی دارد.

برای پنیرهای سخت آب نمک غلیظ یعنی حدود ۲۳-۱۸ درصد و برای پنیرهای نرم آب نمک کمی رقیق تر ۱۸-۱۶ درصد مصرف می کنند. دمای مناسب برای آب نمک بر حسب شرایط و نوع پنیر متفاوت است و بین ۱۰°C تا ۲۲°C تغییر می کند.

۶- رسیدن پنیر: رسیدن پنیر نوعی تغییر و تبدیل شیمیایی در بعضی از مواد شیر است که بر اثر فعالیت باکتریها و گاهی قارچها و یا تحت تأثیر آنزیمهای آنها انجام می شود که در آن ابتدا لاکتوز یا قند شیر به اسیدلاکتیک تبدیل می شود. در پنیرهایی که با استفاده از مایه پنیر تولید می شوند این تغییر و تبدیل در عرض چند روز اول انجام می شود سپس در مرحله دوم رسیدن، اسیدلاکتیک موجود

به وسیلهٔ باکتریها مصرف شده، تجزیه مواد سفیده‌ای شروع می‌گردد. این عمل ممکن است به وسیلهٔ مخمرها و یا قارچها صورت گیرد. در نتیجهٔ این تغییرات مواد سفیده‌ای ازت‌دار از شکل غیرمحلول به محلول تبدیل می‌گردد. در چربی پنیر نیز ممکن است تغییراتی به‌وجود آید که «لیپولیز» نامیده می‌شود. از تجزیه شیمیایی بالا موادی به‌وجود می‌آیند که بو و طعم مطلوب پنیر از آنها حاصل می‌گردد.

بر اثر رسیدن بعضی از انواع پنیر، مقداری گازکربنیک در آنها به‌وجود می‌آید که موجب حفره‌دار شدن پنیر می‌شود و مقدار و اندازهٔ آنها در انواع پنیر با توجه به نحوهٔ تهیه و نوع شیر متفاوت است.

در فرآیند تولید پنیر انواع مختلف تخمیر صورت می‌گیرد که بعضی مطلوب و مفید و برخی مضر و نامطلوب هستند. از باکتریهای مفید باکتریهای لاکتیک و پروپیونیک، و از باکتریهای مضر کولی‌آئروژنس و کلستریدیوم تیروبوتریک را می‌توان نام برد. زمان لازم برای رسیدن انواع پنیر از ۳ هفته تا ۱۰ ماه تغییر می‌کند. برای رسیدن پنیر از انبارهای ویژهٔ مجهز به سیستم تهویه و تنظیم رطوبت و دما استفاده می‌شود. دما و رطوبت این انبارها برای انواع پنیر متفاوت است. در پنیرهای مختلف دمای نگهداری مناسب از  $8-18^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی از  $85-95\%$  درصد تغییر می‌کند. شکل ۲۱-۴ مراحل مختلف تهیه پنیر را نشان می‌دهد.

**ج - اثرات نمک بر روی پنیر:** نمک اثرات متعددی بر روی پنیر دارد که در زیر به اختصار توضیح داده می‌شود.

- طعم پنیر را به‌طور مطبوعی تغییر می‌دهد.

- در اثر بروز پدیدهٔ اسمز، آب اضافی را از داخل لخته به‌خارج کشیده، بدین ترتیب عمل آب‌گیری را تکمیل می‌نماید.

- در اثر تماس طولانی مدت نمک با پنیر، انحلال سطحی کازئین انجام شده، قشری روی سطح آن ظاهر می‌شود که به پنیر قوام و استحکام می‌بخشد.

- نمک بر روی بعضی از آنتی‌بیوتیک‌ها اثر می‌کند و اثر آن بر روی انواع مختلف میکروبها انتخابی است.

**د - ارزش غذایی پنیر:** پنیر از جمله فرآورده‌های شیر و دارای ارزش غذایی بسیار بالایی است. ارزش غذایی پنیر در درجه اول مربوط به مواد پروتئینی آن است. ارزش مواد پروتئینی پنیر کم‌وبیش برابر ارزش پروتئینهای شیر و مقدار آن به‌مراتب بیشتر است. همچنین پنیر یکی از مهم‌ترین منابع غذایی کلسیم است.



شکل ۲۱-۴

## ۷- کشک

کشک را به دو روش تهیه می‌کنند: در روش اول دوغ کره را به ملایمت می‌جوشانند و خوب به هم می‌زنند تا غلظت آن به ماست برسد سپس آن را در صافی پارچه‌ای ریخته، باقیمانده روی صافی را به صورت گلوله یا قطعات کوچک درمی‌آورند و در آفتاب یا روش مناسب دیگر خشک می‌نمایند. روش دوم، ساختن کشک از شیر پس‌چرخ است که به آن مایه ماست می‌زنند تا تبدیل به ماست بی‌چربی یعنی دوغ غلیظ شود سپس این دوغ را به کمک دما غلیظ می‌کنند و مانند روش پیش گفته، از آن کشک به دست می‌آورند. رنگ کشک طبیعی سفید مایل به زرد است.

ارزش غذایی کشک: کشک به جز چربی و مقداری از ویتامینهای محلول در چربی، حاوی تمام مواد موجود در شیر به‌طور متراکم است، لذا ارزش غذایی فراوانی دارد و به‌علاوه برای مدت‌زیادی قابل‌نگهداری است. از کشک برای تغذیه انسان و مکمل غذایی طیور به‌عنوان ماده پروتئینی استفاده می‌شود.

## ۸- قره قروت

چنانچه، آب ماده قوام آمده کشک را جدا کنند که به «آب کشک» معروف است و در ظرفی ریخته، بجوشانند پس از چندین ساعت تبخیر، ماده زرد متمایل به قرمز رنگی از آن حاصل می‌شود که «قره قروت» نامیده می‌شود. مزه این نوع قره قروت بسیار ترش است.

از آب پنیر هم به همین روش می‌توان قره قروت تهیه کرد که چون چندان ترش نیست به قره قروت شیرین موسوم است.

## تکنولوژی فرآورده‌های گوشت

پیش‌گفتار: گوشت، که مجموعه‌ای شامل عضلات مختلف، بافت پیوندی، چربی و استخوان، پوست، عصب، رگ و بی است یکی از باارزشترین مواد غذایی محسوب می‌شود. مصرف حداقل گوشت به علت غنی بودن از پروتئینها، اسیدهای آمینه، چربی و ویتامینها، مواد معدنی، گلیکوزن و همچنین مواد حیاتی دیگر در رژیم غذایی روزانه ضروری است.

گوشت، یکی از اجزای مهم غذای انسان به‌شمار می‌رود و دارای ارزش غذایی بالایی است. مصرف گوشت مقدار زیادی از نیازهای بدن را تأمین می‌کند و منبع بسیار خوبی از پروتئین با کیفیت

بالا از نظر اسیدهای آمینه ضروری است. به علاوه در گوشت ویتامینهای گروه ب و املاح به ویژه آهن، به مقدار فراوان وجود دارد.

جدول ۴-۴- میانگین درصد ترکیبات موجود در گوشت دامهای مختلف

نوع گوشت	درصد پروتئین	درصد آب	درصد چربی	درصد املاح	کالری در ۱۰۰ گرم گوشت
گاو	۲۱/۵	۶۰/۵	۸	۱	۱۶۰
گوساله	۲۰	۷۵	۳/۵	۱	۱۳۰
گوسفند	۱۹/۵	۷۱/۵	۷/۵	۱/۵	۱۴۵

شایان ذکر است که ترکیبات شیمیایی در عضله به عوامل گوناگونی چون نژاد، سن، جنس، وضعیت تغذیه دام و همچنین برخی واکنشهای فیزیکی و شیمیایی بستگی دارد که در زمان نگهداری لاشه هم ممکن است ادامه داشته باشد.

### فرآورده‌های گوشت

فرآورده‌های گوشتی (سوسیس، کالباس و همبرگر) جزو فرآورده‌های نیمه کنسرو هستند. امروزه این فرآورده‌ها با گسترش شهرنشینی گوشه‌ای از بازار مصرف را به خود اختصاص داده‌اند. کالباس و سوسیس عبارتست از خمیر حاصل از گوشت حیوانات حلال گوشت به ویژه گاو و گوساله و موادی مانند ادویه، رنگها، مواد نگهدارنده و امولسیفایر که به صورت امولسیون درآمده، در داخل پوششهای طبیعی یا مصنوعی در شرایط مناسب با بخار یا دود یا آب گرم پخته و به بازار عرضه می‌گردد.

مصرف این فرآورده‌ها ساده است و به راحتی در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد. فرآورده‌های گوشتی سوسیس و کالباس چنانچه از نظر بهداشتی در شرایط مناسب تولید شوند به دلیل استفاده از انواع متنوع مواد پروتئینی در تولیدشان (مانند گوشت، کازئین، شیرخشک، روغن، آرد، نشاسته و سویا) دارای ارزش غذایی کم و بیش بالایی هستند. مواد اولیه مصرفی در فرآورده‌های گوشتی به طور عمده در سه گروه به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

۱- مواد اولیه اصلی: شامل انواع گوشت که در کشور ما سوسیس و کالباس بیشتر با



گوشت گاو و گوسفند تولید می‌شوند، انواع روغن و چربیهای حیوانی و گیاهی، آبیخ، ادویه، چاشنیها و نمک.

۲- مواد اولیه پرکننده: شامل پروتئینهای گیاهی (سویا)، آرد، نشاسته، کازئینات و شیرخشک.

۳- افزودنیها: فسفات، نیترات، نیتريت، گلوتامات سدیم و ضدکپک.

نقش و اثر بعضی از مواد اولیه مصرفی در فرآورده‌های گوشتی به شرح زیر است:

۱- گوشت ماده اولیه اصلی فرآورده‌های گوشتی است و در کلیه عوامل کیفی محصول نهایی

نقش اساسی دارد. مهمترین اثرات آن به طور خلاصه عبارت‌اند از:

الف - تشکیل و ثبات امولسیون خمیر سوسیس و کالباس که به مقدار و نوع پروتئینهای

قابل حل در آن بستگی دارد.

ب - رنگ فرآورده‌های گوشتی در غیاب مواد رنگی افزودنی، بیشتر به Myoglobin و به

مقدار کمتر به Haemoglobin خون باقیمانده در عضله بستگی دارد.

پ - قدرت جذب آب گوشت در خمیر سوسیس و کالباس بستگی به pH محیط دارد. حداکثر

جذب آب را حدود pH ۶/۴ گزارش کرده‌اند.

ث - نوع و کیفیت گوشت اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی بافت و طعم فرآورده دارد. از آنجا که

مقدار آب موجود در فرآورده نهایی علاوه بر جنبه اقتصادی نقش مهمی در لطافت بافت فرآورده دارد

سعی می‌گردد که مقدار آن در فرآورده نهایی در حد بالایی نگه داشته شود. به طور معمول مقداری از

آب به صورت یخ به فرمول اضافه می‌شود. این کار برای جلوگیری از بالا رفتن دما و شکسته شدن

امولسیون انجام می‌گیرد.

۲- روغن‌ها و چربیهای گیاهی و حیوانی: باتوجه به اینکه خمیر سوسیس و کالباس، امولسیون

چربی دار است، مقدار و نوع چربی اهمیت خاصی در کیفیت نهایی فرآورده دارد. مقدار چربی باید

طوری انتخاب شود که گلبول آن از لایه‌ای از پروتئین پوشیده شود. چنانچه مقدار چربی زیادتر از

حد و یا کمتر باشد یا دما به قدری بالا برود که سیال بودن آن زیادتر از حد لازم شود تشکیل امولسیون

مختل می‌شود و ممکن است چربی محصول نهایی جدا گردد. بنابراین بهترین نقطه ذوب چربیهای

مورد استفاده در فرمول سوسیس و کالباس  $10^{\circ}\text{C}$  -  $25^{\circ}\text{C}$  و مقدار آن حداکثر تا حدود  $20\%$  است.

۳- نمک: به میزان حدود ۲ تا ۲/۵ درصد نسبت به مقدار گوشت و چربی برای بهبود طعم،

مرزه و افزایش مدت نگهداری افزوده می‌گردد. نمک همچنین موجب افزایش قدرت یونی و در نتیجه

بالا بردن ظرفیت نگهداری آب خواهد شد.

۴- امولسیفایرها: امولسیفایرها، سبب بخش شدن چربی به صورت یکنواخت می‌گردند و

مقدار مصرفشان، حداکثر به میزان ۳/۰ درصد نسبت به گوشت و چربی است.

**۵- نیتريت و نیترات:** استفاده از نیتريت و نیترات در خمیر سوسیس و کالباس رنگ قرمز گوشت را تثبیت کرده، مانع از اکسید شدن، فساد میکروبی و قهوه‌ای یا خاکستری شدن محصول می‌شود. در مصرف نیتريت باید به مسأله سرطان‌زایی که در اثر ترکیب نیتريت با گروه‌های ثانوی آمین مطرح می‌شود توجه کرد. این مواد بیشتر در اثر دمای بالاتر از  $18^{\circ}\text{C}$  به وجود می‌آیند و از این رو استفاده از نیتريت برای انواع سوسیس‌هایی که باید سرخ شوند ممنوع است. استفاده از ویتامین C به‌ازای هر  $100$  کیلو گوشت  $500$  میلی گرم تشکیل مواد نیتروزامین را کم می‌کند.

**۶- فسفات‌های مجاز:** بیشتر از املاح سدیم و پتاسیم، اسیدپیروفسفریک به میزان حدود  $5/0$  درصد استفاده می‌شود. افزودن این مواد علاوه بر تغییر pH و قدرت یونی گوشت، بر روی مواد چربی و پروتئینی اثر کرده، باعث پخش یکنواخت چربی در فرآورده و بهبود بافت آن می‌شود. همچنین این مواد به‌عنوان ماده نگهدارنده اثر کرده، مانع اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع و رشد میکروارگانیسم‌های عامل فساد می‌گردند.

**۷- گلو تامات سدیم:** استفاده از این ماده هنگام مصرف، موجب تحریک پرزهای چشایی شده، مواد طعم‌دهنده فرآورده بهتر حس می‌شوند و از طرفی بوی نامطلوبی را که در مراحل مختلف تهیه فرآورده ایجاد می‌شود برطرف می‌سازد.

**۸- مواد نگهدارنده:** برای پیشگیری از فساد فرآورده، طی مراحل مختلف از مواد نگهدارنده استفاده می‌شود. مهمترین ماده نگهدارنده نیتريت سدیم به مقدار  $120$  قسمت در یک میلیون (P.P.m) است. همچنین در بیشتر کشورها از  $\text{SO}_2$  یا ایندریدسولفورو به میزان  $450$  قسمت در یک میلیون (P.P.m) استفاده می‌گردد. علاوه بر مواد باید از نمک‌های اسیدهای آلی خوراکی مانند نیترات، تارتارات، استات و لاکتات سدیم یا پتاسیم که دارای طعمی خنثی و قدرت یونی هستند به میزان حداکثر  $3/0$  درصد نسبت به میزان گوشت و چربی استفاده شود.

**۹- پرکننده‌ها:** پرکننده‌ها، اثرات متفاوتی روی فرآورده‌ها دارند. برای نمونه آرد و نشاسته در سفتی بافت و جذب آب و روغن اثر مطلوبی دارد. پروتئین سویا به مقدار حداکثر  $5$  درصد اثر مفیدی بر روی بافت و قابلیت برش دارد. کازئینات کلسیم باعث پخش بهتر چربی و تثبیت امولسیون می‌شود که در نتیجه قابلیت نگهداری را بیشتر می‌کند. این ماده علاوه بر مزایای بالا دارای کازئین است و افزودن آن به علت داشتن خاصیت چسبندگی سبب فرم گرفتن محصول خواهد شد.

مهمترین پرکننده‌ها عبارتند از: پروتئین سویا، پروتئین شیر (کازئین)، پروتئین گندم (گلو تن)، پروتئین تخم مرغ (سفیده تخم مرغ، نشاسته و آرد سیب‌زمینی)



الف



ب.

شكل ٢٢-٤

۱۰- ادویه‌ها و چاشنیها: این مواد علاوه بر ایجاد طعم مطبوع در فرآورده، مانند ماده نگهدارنده عمل کرده، در نگهداری فرآورده نیز مؤثرند. مهمترین ادویه‌هایی که در تهیه کالباس و سوسیس مصرف می‌شوند عبارتند از: فلفل سفید، فلفل سیاه، بودر سیر، بودر پیاز، جوزهندی، تخم خردل، تخم کرفس، هل، میخک، دارچین، گشنیز، زیره سبز، زنجبیل، گلپر و مانند اینها.

#### جدول ۴-۵- فرمول استاندارد سوسیس و کالباس

فرمول ساخت تدوین شده در ستاد بسیج اقتصادی کشور (۱۳۶۰) و استاندارد اجباری

شرح مواد	سوسیس آلمانی درصد ترکیب	کالباس معمولی درصد ترکیب	کالباس مارتادالا درصد ترکیب	کالباس خشک درصد ترکیب	کالباس لیونر درصد ترکیب
گوشت	۳۵٪	۳۰٪	۴۰٪	۶۰٪	۶۴٪
کازئین	۳٪	۳٪	۳٪	۳٪	۴٪
آرد	۵٪	۵٪	۵٪	-	-
سویا پروتئینی	۵٪	۵٪	۵٪	۵٪	-
روغن نباتی	۱۸٪	۱۸٪	۱۸٪	-	-
فسفات	۰/۵٪	۰/۵٪	۰/۵٪	۰/۵٪	۰/۵٪
نشاسته	۵٪	۵٪	۵٪	-	-
شیر خشک	۲٪	۲٪	۲٪	۲٪	۲٪
نمک	۲٪	۲٪	۲٪	۱٪	۲٪
ادویه‌جات	۲/۵٪	۲/۵٪	۲/۵٪	۲٪	۱٪
آب‌بخ	۲۲٪	۲۷٪	۱۹٪	۱۴٪	۱۸٪
بودر سیر	۱٪	۱٪	۱٪	۰/۵٪	۰/۵٪
تخم مرغ	-	-	-	۳٪	۳٪
کره	-	-	-	۱۲٪	۵٪
نیتريت و اسیداسکرَبیک	-	-	۰/۷۷٪	-	-

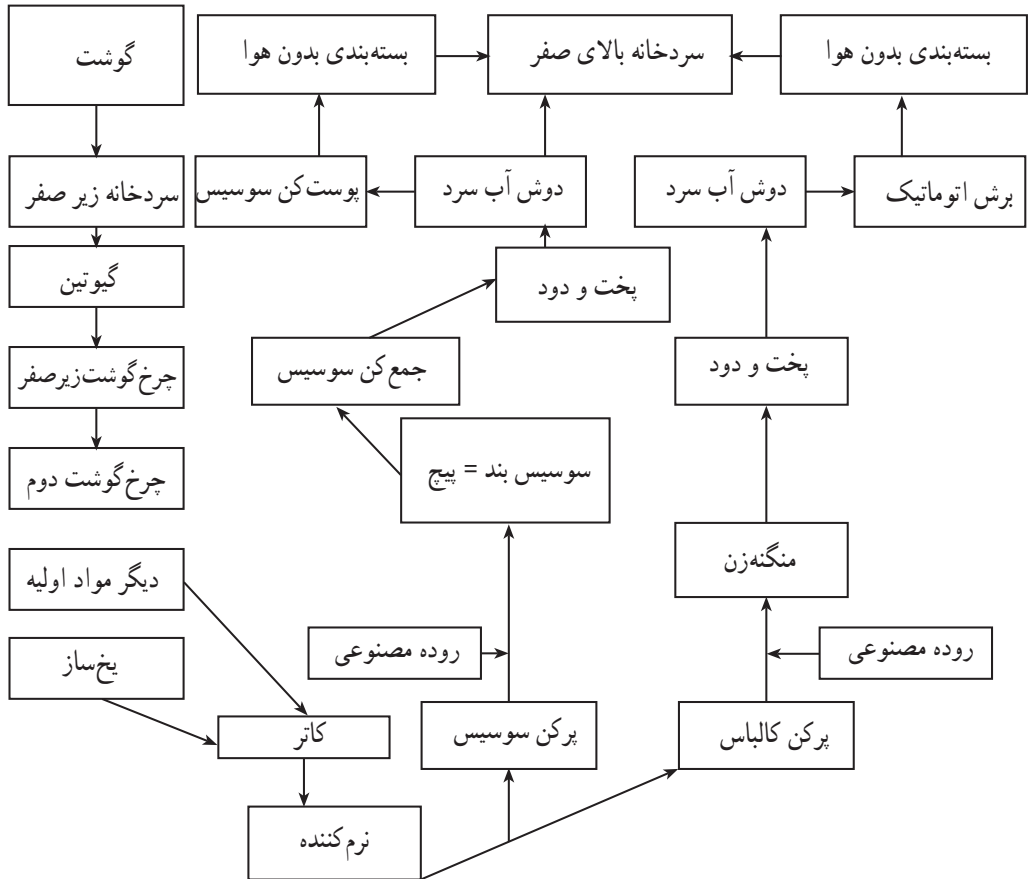
## روش مخلوط کردن اجزا و تشکیل امولسیون

پس از جدا کردن گوشت از استخوانها و چربیها آن را قطعه قطعه کرده، برحسب نوع فرآورده مورد نظر به طور جداگانه یا آمیخته (به نسبت معین) در دستگاه خردکن اولیه یا خردکن درشت چرخ کرده، سپس در دستگاه خردکن نرم (کاتر) به مادهٔ یکنواخت یا امولسیون تبدیل می نمایند. ضمن خرد کردن و یکنواخت کردن گوشت و بافت چربی، مواد افزودنی شامل مواد نگهدارنده، مواد عمل-آورنده، مواد پرکننده و خرده یخ یا برف مصنوعی (جهت پایین آوردن دمای مخلوط) را اضافه می کنند. خمیر آماده یا امولسیون را برای پر کردن در پوششهای طبیعی (رودهٔ گاو و گوسفند) یا مصنوعی (سلولزی یا پلاستیک) به دستگاه پرکن منتقل می نمایند. پوششهای پر شده از ماده گوشتی را با دستگاه گره زن در فواصل معین گره می زنند و برای مرحلهٔ بعدی در ظروف یا روی پایه های ویژه قرار می دهند. ناگفته نماند که به علت افزایش مصرف این گونه فرآورده ها، روده های طبیعی تکافوی احتیاجات را نمی نمایند و آماده کردن آنها برای این منظور مشکل است به همین جهت استفاده از پوششهای مصنوعی روز به روز افزایش یافته است.

مرحله بعدی یا تکمیلی، در مورد انواع مختلف سوسیس تا حدودی متفاوت است. در مورد سوسیس خام به شستشوی فرآورده با دوش آب سرد و انتقال آن به سردخانه محدود می گردد ولی در سوسیس حرارت دیده بسته به نوع آن، فرآورده به مدت  $\frac{1}{4}$  تا ۳ ساعت در  $85^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C}$  حرارت داده می شود و پس از شستشو با آب سرد، در سردخانه با دمای  $4^{\circ}\text{C} - 2^{\circ}\text{C}$  نگهداری می شود. همچنین در سوسیس حرارت دیده و دود داده شده بسته به نوع فرآورده مورد نظر میزان و مدت حرارت دادن و دود دادن و ترتیب دود و حرارت متفاوت می باشد. در بعضی از انواع ابتدا دود داده می شود و سپس تحت تأثیر حرارت قرار می گیرد و در برخی دیگر حرارت دادن قبل از دود دادن انجام می پذیرد. گاهی نیز مراحل دود دادن و حرارت دادن توأمأً انجام می شود. برای سرد کردن سوسیس حرارت دیده و دود داده شده نیز از دوش آب سرد استفاده می شود.

### جدول ۴-۶- مراحل کلی تولید

مراحل مختلف تولید انواع سوسیس و کالباس به صورت رایج در ایران



## خودآزمایی

- ۱- ویژگیهای انبارهای نگهداری مواد غذایی را بیان نمایید.
- ۲- عوامل مؤثر در استریلیزه کردن را توضیح دهید.
- ۳- پاستوریزاسیون را تعریف نمایید.
- ۴- مزایای بلانچینگ را شرح دهید.
- ۵- نکات مهم در فرآیندهای دمایی را ذکر کنید.
- ۶- روشهای یخ‌زدن غذا را نام ببرید.
- ۷- شرایط نگهداری مواد غذایی در سردخانه‌ها را بیان کنید.
- ۸- علل اصلی خشک کردن مواد غذایی را توضیح دهید.
- ۹- انواع خشک‌کنهای مواد غذایی را نام ببرید.
- ۱۰- شیوه‌های تغلیظ را بیان نمایید.
- ۱۱- مهمترین مزایای روش دود دادن مواد غذایی را توضیح دهید.
- ۱۲- اهداف استفاده از اشعه یونیزه برای نگهداری مواد غذایی را شرح دهید.
- ۱۳- مزایای تخمیر را شرح دهید.
- ۱۴- عوامل مؤثر بر تخمیر را نام ببرید.
- ۱۵- مهمترین مواد شیمیایی مورد استفاده در نگهداری مواد غذایی را ذکر کنید.
- ۱۶- تعریف شیر را بیان نمایید.
- ۱۷- روشهای سالم‌سازی و نگهداری شیر را بیان کنید.
- ۱۸- دو روش سنتی خامه‌گیری را نام ببرید.
- ۱۹- طرز تهیه کره از خامه را شرح دهید.
- ۲۰- ویژگیهای شیری که در تهیه ماست به کار می‌رود را بیان کنید.
- ۲۱- مراحل تهیه پنیر را توضیح دهید.
- ۲۲- اثرات نمک بر روی پنیر را توضیح دهید.
- ۲۳- مواد اولیه مصرفی در فرآورده‌های گوشتی را بیان نمایید.



### بهداشت در صنایع غذایی

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- راههای آلودگی مواد غذایی را توضیح دهد.
- ۲- میکروارگانیسمهای معرف آلودگی را بیان نماید.
- ۳- شرایط رشد و نمو میکروارگانیسم را شرح دهد.
- ۴- چگونگی ضدعفونی و استریلیزاسیون را توضیح دهد.

### ۵- بهداشت در صنایع غذایی

#### پیشگفتار

بهداشت مواد غذایی دارای ابعاد بسیار گسترده‌ای است، که یکی از آنها در ارتباط با صنایع غذایی و موضوع این مجموعه است، زیرا با گرایش مردم به شهرنشینی و پیدایش شهرهای بزرگ امکان تدارک و توزیع مواد غذایی با روشهای سنتی وجود ندارد و از یک طرف با طولانی شدن فاصله بین تولیدکننده و مصرف‌کننده امکان آلودگی، فساد و ضایعات مواد غذایی زیاد است و از طرف دیگر در جوامع شهری مردم ترجیح می‌دهند مواد غذایی و غذاهای مورد نیاز خود را به صورت آماده و نیمه‌آماده از طریق صنعت تهیه نمایند و این امر تنها از طریق سیستمهای پیشرفته صنایع غذایی ممکن می‌گردد.

اما صنعتی شدن روشهای تولید و توزیع مواد غذایی تغییرات زیادی در وضع تغذیه و بهداشت عمومی به وجود می‌آورد و به‌ویژه چنانچه کار در شرایط درست انجام نگردد سلامت انبوهی از مردم به خطر می‌افتد، محصول یک روز کارخانه‌های بزرگ صنایع غذایی ممکن است چندین میلیون بسته باشد که هر یک به مصرف یک خانواده برسد و همزمان تعداد زیادی از مردم یک شهر، یک منطقه یا



مناطق گوناگون دچار مسمومیت یا عفونت غذایی شوند. در تاریخچه صنایع غذایی کشورهای پیشرفته صنعتی گزارشهای زیادی از این گونه عوارض وجود دارد که حاکی از مرگ و میر و مسمومیت هزاران فرد، ورشکستگی و انهدام کمپانیهای زیادی است.

از طرف دیگر صنعتی شدن روشهای تبدیل و تولید مواد غذایی مخاطراتی را برای محیط زیست دربردارد، فاضلاب و زباله این واحدها که دارای مقادیر زیادی مواد آلی است که تغییرات نامطلوبی در محیط ایجاد می کند و توازن گونه های گیاهی و حیوانی را برهم می زند.

## الف - راههای آلودگی مواد غذایی

مواد غذایی در چرخه تولید، تبدیل، توزیع و مصرف ممکن است از راههای گوناگون آلوده شوند که از مهمترین آنها می توان، انسان، حیوان و محیط زیست شامل آب، خاک و هوا را نام برد.

۱- انسان: بدیهی است انسان در حالت بیماری و نقاهت، حامل میکروبهای بیماریزا می باشد که در صورت تماس با مواد غذایی موجب آلودگی آنها می شود، اما باید در نظر داشت که بسیاری از افراد حتی در حالت سلامتی کامل ممکن است ناقل میکروبهای بیماریزا باشند. ناقل بیمار به کسی گفته می شود که میکروب بیماریزا در بدنش وجود دارد اما علائم بیماری در او آشکار نیست.

منبع اصلی میکروب در بدن افراد ناقل ممکن است در یکی از نقاط زیر باشد:

۱-۱- پوست: پوست اندامی است که هرگز نمی تواند بدون میکروب باشد حتی روی دستهای بسیار تمیز هم همواره تعدادی میکروب وجود دارد اما زمانی که پوست تمیز نباشد تعداد میکروبهای آن بسیار زیاد و متنوع است، باکتریها، قارچها، کپکها، مخمرها، انگلها همه و همه ممکن است روی پوست زندگی کنند. از طرفی انسان دست را برای مقاصد مختلفی به کار می برد و از این راه آلودگی اندامهای مختلف بدن، آلودگیهای دست سایرین، آلودگیهای دستگاهها، ابزارها، محیط و مانند اینها به راحتی به دست و به ویژه به دستهای مرطوب و دستهایی که عرق می کند، منتقل می شوند و چنانچه دست آلوده، با مواد غذایی تماس پیدا کند موجب انتقال این میکروبه به مواد غذایی می شود.

گذشته از میکروبهایی که روی دست وجود دارند و منشأ خارجی دارند، دست انسان دارای یک فلور میکروبی ویژه می باشد که در افراد مختلف تاحدی متفاوت است، ولی به طور کلی فلور میکروبی پوست دست را گونه های استافیلوکوک و استرپتوکوک تشکیل می دهند.

۱-۲- دهان، بینی، حلق، چشم و گوش: در این اندامها به علت رطوبت بیشتر و دمای بالاتر و باقیمانده های مواد غذایی امکان رشد و نمو میکروبهها بیشتر است. میکروبهای دهان، حلق و بینی از

طریق صحبت کردن، سرفه، عطسه و هوای تنفسی وارد هوا و از آنجا وارد مواد غذایی می‌شود. در افرادی که مبتلا به عفونت‌های تنفسی هستند آلودگی شدیدتر است.

۳-۱- دستگاه گوارش: فلور میکروبی روده در افراد سالم متفاوت است و این تفاوت بیشتر مربوط به عوامل داخلی است، معده و قسمت‌های اول روده در حالت طبیعی بدون میکروب است زیرا محیط این قسمت‌ها برای رشد میکروب‌ها مناسب نیست. اما محیط قسمت‌های بعدی روده کوچک و به‌ویژه روده بزرگ کم‌کم برای رشد میکروب‌ها مناسب می‌شود و هرچه به سمت آخر دستگاه گوارش پیش رود آلودگی بیشتر می‌شود. گونه‌های کلیفرم مانند سالمونلا، اشریشیاکلی، استرپتوکوک، گاهی استفیلوکوک و میکروب‌های بی‌هوازی اختیاری مانند کلاستریدیوم پرفرنزان و انگل‌ها در دستگاه گوارش حضور دارند که از طریق آلوده کردن دست و محیط زیست (آب، خاک و هوا) و مزارع (در مواردی که از کود انسانی برای تقویت خاک استفاده می‌شود) موجب آلودگی مواد غذایی می‌شوند. برای کنترل آلودگی مواد غذایی توسط انسان رعایت نکات زیر ضروری است:

- افراد بیمار، ناقل، ناقه در کارگاه‌ها و کارخانه‌های مواد غذایی مشغول به کار نباشند.

- به کارکنان آموزش‌های لازم در مورد مسایل بهداشتی داده شود.

- قبل از اشتغال به کار کارکنان از سلامت آنان اطمینان حاصل شود.

برای این منظور لازم است معاینه‌ها و آزمون‌های لازم توسط سازمان‌های دارای صلاحیت انجام

گیرد و برای کارکنان کارت بهداشتی صادر شود.

۲- حیوانات: اندام‌های گونه‌های مختلف دام‌ها و حیوانات اهلی ممکن است

به میکروارگانیسم‌هایی مانند استفیلوکوک، استرپتوکوک، کلاستریدیا و کلیفرم‌ها آلوده باشد. همچنین در بدن برخی از حیوانات اهلی مانند: گاو، گوسفند، اسب و گونه‌های سالمونلا وجود دارد. بنابراین حیوانات ممکن است ناقل میکروب‌های زیادی باشند بویژه اینکه اندام‌های خارجی آنها مانند دست و پا و پوست هم می‌تواند به میکروب‌های موجود در محیط آلوده شود. از طرفی در گله‌های حیوانات آلودگی از دامی به دام دیگر منتقل می‌شود و بنابراین همواره امکان آلودگی مواد غذایی مصرفی روزانه ما مانند گوشت، شیر و پنیر به میکروب‌های گوناگون وجود دارد.

گونه‌های مختلف پرندگان ناقل سالمونلا و استفیلوکوک هستند.

چونندگان مانند موش خانگی و صحرایی هم می‌توانند طی مراحل مختلف تولید، نگهداری و

توزیع مواد غذایی را به گونه‌های مختلف میکروب‌های محیط زیست خود و میکروب‌هایی که در حالت طبیعی در بدن آنها وجود دارد آلوده نمایند.

حشرات محیطی و خانگی، مانند مگس خانگی عامل مهم آلودگی و انتقال بیماری‌های خطرناکی

مانند: حصبه، وبا، اسهال و بیماریهای انگلی هستند و چون دارای زاد و ولد زیادی می‌باشند ابعاد خسارت‌های ناشی از آنها زیاده‌تر است. حشرات بیشتر در نقاط آلوده مانند محل تجمع زباله‌ها و فاضلابها زندگی می‌کنند و بنابراین به میکروبیهای این محلها آلوده هستند. محل آلودگی دستگاه گوارش، پا، بال و سطح بدن آنها است.

**۳- محیط زیست:** مجموعه آب، خاک و هوا را محیط زیست می‌نامند، انسان، حیوانات و محیط زیست اثر متقابلی در آلودگی دارند.

**۳-۱- آب:** آبهای سطحی و حتی تاحدودی آبهای عمقی به‌وسیله خاک، هوا و فاضلاب آلوده می‌شوند و خود عامل مهم آلودگی مواد غذایی و محیط کار در کارخانه‌ها هستند و میکروبیهای مانند کلیفرمها، استافیلوکوک، آنتروکوک، سالمونلا و کلاستریدیا بیشتر از راه محیط زیست به مواد غذایی منتقل می‌شوند. به‌همین جهت کنترل آبهای مورد استفاده در کارخانه‌ها اهمیت زیادی دارد.

**۳-۲- خاک:** خاک منبع اصلی تمام میکروارگانیسمهای شناخته شده است، میکروبیهای موجود در خاک به‌وسیله جریان هوا منتقل می‌شوند، و پاره‌ای از میکروبیهای موجود در خاک پس از انتقال به محیطهای جدید تغییر ماهیت داده و نحوه زیست خود را تغییر داده‌اند، شاید در خاک هنوز هم میکروبیهای ناشناخته‌ای وجود داشته باشند.

از طرفی خاک به‌وسیله فاضلاب، آب، جریان هوا، گیاهان، حیوانات و انسان آلوده می‌شود و به‌همین جهت آلودگی آن یکسان نیست.

**۳-۳- هوا:** هوا فلور میکروبی ویژه‌ای ندارد اما به‌وسیله میکروبیهای موجود در خاک آلوده می‌شود. این کار به‌ویژه هنگام جریانهای شدید هوا بیشتر است، میکروبیهای موجود در فاضلابها و آبهای سطحی، حیوانات و انسان هم اول وارد خاک می‌شود و از آنجا به‌وسیله باد وارد هوا می‌گردند و سرانجام از آنجا به مواد غذایی و محیط کار در کارخانه‌های صنایع غذایی راه می‌یابند.

برای کنترل آلودگی مواد غذایی و محیط کار توسط هوا بهترین راه جلوگیری از آلودگی خاک از راههای مختلف مانند: انسان، حیوانات، آب و فاضلاب است.

**۴- سایر عوامل آلودگی مواد غذایی:** در چرخه تولید، مواد غذایی از راههای دیگری هم ممکن است آلوده شوند که مهمترین آنها عبارتند از:

**۴-۱- وضعیت ساختمان محل تولید از نظر نوع مصالح ساختمانی به‌کار رفته،** که در این مورد باید توجه داشت که مصالح ساختمانی مانند سنگ و کاشی که دارای سطح صاف هستند به مراتب بهتر از سیمان، آجر و چوب تمیز و ضدعفونی می‌شوند و امکان لانه‌گزینی میکروبیها و حشرات در آنها بسیار کم است. همچنین محل برخورد دیوارها، کف و سقف با دیوارها نباید دارای

زاویه‌های تند باشد تا امکان تمیز کردن آن‌جا بهتر باشد.

۲-۴- چیدمان ماشین Layout و قرار گرفتن دستگاهها در سالن تولید، و این که این عمل به‌گونه‌ای انجام شود که امکان تمیز کردن تمام قسمت‌های ماشین زمین و دیوارهای در ارتباط با آن وجود داشته باشد و حشرات و جوندگان نتوانند در قسمت‌های کور آن جایگزین شوند.

۳-۴- جنس دستگاهها و لوازم نیز در آلودگی مواد غذایی مؤثر است. آهن زنگ می‌زند و فرسوده می‌شود، مواد پلاستیکی دارای یونهای مهاجر هستند که از سطح آنها جدا شده، وارد مواد غذایی گشته و مصرف آنها سلامت مردم را به‌خطر می‌اندازد. در عمل برای سطوح در تماس با مواد غذایی بهترین ماده استیل ضدزنگ نوع ۱۱۶ است.

## ب- میکروارگانیسمهای معرف آلودگی

برای ارزیابی وضعیت بهداشتی، جداسازی و شناسایی میکروارگانیسمهای آلوده‌کننده مواد غذایی، محیط کار و نیروی انسانی در کارخانه‌های مواد غذایی آزمونهای میکروبی زیادی باید صورت گیرد. این آزمونها وقت‌گیر و پرهزینه هستند و در عمل انجام همه آنها میسر نیست. به همین جهت برخی از میکروب‌شناسان مواد غذایی عقیده دارند که جداسازی و شناسایی پاره‌ای از میکروبهای بیمارزا برای این منظور کافی است و می‌تواند وضعیت کلی آلودگی را نشان دهد. این میکروبها را شناساگر یا Indicator نامند که از نظر ارزیابی وضع بهداشتی، میکروبی و کیفی مواد غذایی دارای اهمیت زیادی هستند. بدیهی است برای موارد گوناگون، از میکروبهای ویژه آنها استفاده می‌شود. اما به‌طور کلی میکروبهای شناساگر آلودگی عبارتند از، باکتریهای هوازی مزوفیل، اشریشیاکلی به‌عنوان معرف آلودگی مستقیم و غیرمستقیم به‌وسیله میکروبهای دستگاه گوارش، آنتروباکتریاسه، آنتروکوکها، استرپتوکوکها، استافیلوکوکها، کلستریدباها و کپک ماشین‌آلات به نام ژئوتریکوم کاندیدم.

## پ- شرایط رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمها

به‌طوری که در فصل اول گفته شد، اگر مواد غذایی به میکروارگانیسمها آلوده شوند، چنانچه شرایط مساعد باشد به شدت تکثیر نموده و با ستر سم موجب مسمومیت مصرف‌کننده و با ستر آنزیم موجب فساد مواد غذایی می‌شوند. بنابراین لازم است اطلاعات کافی از عوامل مؤثر بر رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمها در اختیار باشد تا با محدود نمودن آنها از تکثیرشان جلوگیری شود.

عوامل مؤثر در نوع و میزان آلودگی مواد غذایی را به‌دو دسته عوامل داخلی یا به عبارت دیگر عواملی که در ماده غذایی وجود دارند و عوامل خارجی مانند عوامل محیطی تقسیم می‌کنند.

## ۱- عوامل داخلی

۱-۱- pH مواد غذایی: بیشتر میکروارگانیسمها در pH حدود ۶/۶ تا ۷/۵ رشد می‌کنند و تنها تعداد کمی از آنها در درجات پایین‌تر از هم قادر به فعالیت هستند، بیشتر میکروبهای بیماریزا که از لحاظ بهداشت عمومی دارای اهمیت هستند در برابر تغییرات pH محیط بسیار حساس هستند، به همین دلیل مواد غذایی مانند میوه‌ها، نوشابه‌های غیرالکلی، سرکه و شربت‌ها که pH پایینی دارند در عمل دارای آلودگی به باکتریها نیستند و چنانچه نوعی فساد در آنها رخ دهد مربوط به مخمرها و قارچها است. برعکس غذاهای حیوانی مانند گوشت ماهی و فرآورده‌های شیر، pH بالاتر از ۵/۵ دارند که برای رشد بسیاری از باکتریها مناسب است. از طرفی باید توجه داشت که در نتیجه رشد و نمو پاره‌ای از باکتریها در مواد غذایی pH به سمت اسیدی پیش می‌رود و برخی از مواد غذایی به‌ویژه مواد پروتئینی دارای سیستمهای بافری هستند و در برابر تغییرات pH از خود مقاومت نشان می‌دهند. بنابراین از روی pH مواد غذایی می‌توان آلودگی احتمالی آنها را پیش‌بینی نموده و با تغییر آن آلودگی را مهار کرد.

۱-۲- مقدار آب موجود در مواد غذایی: بیشتر میکروبها برای رشد و نمو خود نیاز به مقدار زیادی آب دارند و در مواد غذایی خشک یا خشک شده قادر به رشد و نمو و تکثیر نیستند، مقدار آب موردنیاز برای رشد میکروبها را به‌صورت aw یا Activity water نشان می‌دهند، که از رابطه  $aw = \frac{P}{P_0}$  به دست می‌آید که در آن:

$$P = \text{فشار بخار آب موجود در غذا}$$

$$P_0 = \text{فشار بخار آب خالص}$$

بیشتر مواد غذایی گیاهی تازه دارای aw حدود ۰/۹۹ هستند و بیشتر باکتریهای مؤثر در فساد مواد غذایی در درجات aw کمتر از ۰/۹۶ قادر به رشد و نمو نیستند، کپکها در aw حدود ۰/۸۰ رشد می‌کنند، استافیلوکوک طلایی در aw حدود ۰/۸۶ رشد می‌کند اما اشریشیاکلی و کلسترییدیوم بوتولینوم در aw کمتر از ۰/۹۵ قادر به رشد نیستند، مخمرهای اسموفیل در aw حدود ۰/۶۵ هم قادر به رشد هستند.

۱-۳- قدرت اکسیداسیون و احیای محیط، EH و O/R: قدرت اکسیداسیون و احیای یک محیط را می‌توان در گرفتن یا از دست دادن الکترون آن دانست، هنگامی که ماده‌ای الکترون از دست می‌دهد اکسیده می‌شود و برعکس زمانی که الکترون می‌گیرد احیا می‌شود. میکروارگانیسمها در برابر قدرت و ظرفیت اکسیداسیون و احیا محیط زندگی خودشان عکس‌العمل نشان می‌دهند، میکروبهای

هوای احتیاج به محیطی دارند که دارای EH مثبت باشد یعنی اکسیده شود، درحالی که میکروبهای بی‌هوای نیاز به محیطی دارند که EH منفی داشته باشد و احیا شود. مواد غذایی دارای گروه‌های سولفیدریل SH- و ویتامین C و قندهای احیاکننده در قدرت اکسیداسیون و احیا دخالت دارند.

۴-۱- مواد مغذی موجود در محیط: برای این که میکروبه‌ها بتوانند به رشد و نمو و تکثیر خودشان ادامه دهند لازم است آب، منبع انرژی، منبع ازت، ویتامینها و موادمعدنی لازم در اختیارشان باشد. کپکها از نظر تغذیه، نیاز به حداقل مواد مغذی دارند و بنابراین در شرایط نامساعد هم به زندگی خود ادامه می‌دهند و پس از آنها به ترتیب مخمرها، باکتریهای گرم منفی و باکتریهای گرم مثبت قرار دارند و در عمل باکتریهای گرم مثبت تنها در صورتی قادر به رشد و نمو هستند که مقدار کافی از تمام مواد مغذی لازم برای رشد در اختیارشان باشد، درحالی که کپکها روی مواد غذایی بسیار ساده هم می‌توانند رشد کنند و قادرند برخی از مواد مغذی مورد نیاز خود را سنتز نمایند.

۵-۱- وجود مواد ضد میکروب در محیط: پاره‌ای از مواد غذایی به‌طور طبیعی محتوی مقداری مواد ضد میکروب هستند که موجب حفظ آنها در برابر فساد به وسیله میکروبه‌ها می‌گردد. برای نمونه شیر تازه دارای مقداری لاکتین Lactenin و ماده‌ای به نام ماده ضد کلیرم Anticoliform است که تا مدت کوتاهی مانع تکثیر میکروبه‌های موجود در آن می‌شود. در تخم مرغ ماده‌ای به نام لیزوزیم Lysozyme، در روغن‌ها و چربیها، تانن و روغنهای اصلی به‌عنوان ماده ضد میکروب عمل می‌کنند. در برخی از مواد غذایی هم مقداری اسیدبنزویک وجود دارد که ضد میکروب است: در غذاهای تخمیری مقداری ناسین Nisine وجود دارد که به‌ویژه مانع رشد کلستریدیها می‌شود.

## ت - ساختمان بیولوژیکی

ساختمان طبیعی و بیولوژیکی پاره‌ای از مواد غذایی به نحوی است که می‌تواند مانع نفوذ میکروبه‌ها به داخل آنها شود، برای نمونه پوسته خارجی میوه‌ها، سبزیها و تخم مرغ دارای چنین اثری است.

## ث - اثر سینرژیسم و آنتاگونیسم

چنانچه در مواد غذایی بیش از یک گونه میکروبی وجود داشته باشد، نحوه سازش آنها در میزان آلودگی، فساد و مسمومیت مصرف‌کننده تأثیر دارد. برخی از میکروبه‌ها ضد یکدیگر عمل می‌کنند و هریک مانع از رشد دیگری می‌شوند، برخی دیگر با حضور خود در محیط برگونه یا گونه‌های دیگر غلبه می‌کنند و سرانجام پاره‌ای از گونه‌ها هم هستند که با سایر گونه‌ها همکاری می‌کنند

تا مواد غذایی را تجزیه کرده و مورد استفاده قرار دهند. برای نمونه وقتی مخمرها در محیط رشد کنند مقداری اسید و الکل می‌سازند که مانع رشد سایر باکتریها می‌شود یا میکروبهای هوازی اختیاری اکسیژن را از محیط خارج می‌کنند و مانع رشد میکروبهای هوازی می‌شوند.

**۲- عوامل خارجی مؤثر بر رشد و تکثیر باکتریها:** منظور از عوامل خارجی، عواملی هستند که از خارج مواد غذایی بر آنها اعمال شده و بر روی میزان رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمها اثر دارند. برای نمونه می‌توان عواملی مانند دمای محیط، نور و رطوبت نسبی هوا را نام برد. بنابراین با کنترل این عوامل می‌توان رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمها را کنترل نموده و قابلیت نگهداری مواد غذایی را بالا برده و سلامت مصرف آنها را تضمین نمود.

### ج - ضد عفونی و استریلیزاسیون در صنایع غذایی

با شناخت راه‌های آلودگی و شرایط رشد و نمو و تکثیر باکتریها، کار مهار کردن آنها آسان می‌شود. در عمل برای این منظور چند راه وجود دارد.

جلوگیری از ورود میکروبها به مواد غذایی که در عمل کار بسیار مشکلی است.

جلوگیری از تکثیر میکروبها پس از ورودشان به مواد غذایی که برای این منظور باید یک یا چند عامل مؤثر بر رشد و تکثیر میکروبها از محیط رشد آنها خارج شود.

نابود کردن میکروارگانیسمهای موجود در محیط کار یا مواد غذایی مورد نظر برای سالم‌سازی که موضوع مورد بحث حاضر است.

ضد عفونی و استریلیزاسیون از گذشته‌های بسیار دور و حتی پیش از کشف باکتریها مرسوم بوده است و مردم معتقد بودند که بعضی از بیماریها از راه آب، هوا، ظروف آلوده و شخص بیمار منتقل می‌شود و برای جلوگیری از آنها روشهای ویژه‌ای به کار می‌بردند. بدیهی است روشهایی که تا آن زمان به کار گرفته می‌شد، بدون شناخت آگاهانه از عوامل بیماریزا بوده، اما اصول آنها هنوز هم در بسیاری از موارد مورد عمل قرار می‌گیرد.

برای نمونه فرآیندهایی مانند دود دادن، نمک‌زدن، خشک کردن و استفاده از سرکه و موارد مشابه را می‌توان نام برد. این روشهای سنتی در سده گذشته دگرگون گشت و روشهای نوینی جایگزین آنها شد که مهمترین آنها عبارتند از:

**۱- استریلیزاسیون به وسیله دما:** دما یکی از بهترین روشها برای از بین بردن میکروبها است، زیرا رسیدن به دمای بالا برای از بین بردن میکروارگانیسمها کار بسیار ساده‌ای است و کاربرد آن برای بسیاری از موارد غیر از اشیای چوبی و پلاستیکی و مواد حساس به دما امکان‌پذیر است،

بیشتر میکروارگانیسمها در دمای ۵۰ تا ۷۰ درجه سانتیگراد از بین می‌روند و تعداد کمی ممکن است، دمای کمی بالاتر را تحمل کنند و پاره‌ای از باکتریها با قرار گرفتن در دمای بالا تبدیل به هاگ یا اسپر می‌شوند که مقاومت آن در برابر دما زیاد است و اسپر کلسترییدیوم بوتولینوم پس از رسیدن به دمای ۱۲۱°C تا ۲/۴ دقیقه مقاومت می‌کند، نحوه اثر دما در استریلیزاسیون به این ترتیب است که دما موجب عقیم شدن آنزیمها و به‌طور کلی سبب دنا توره شدن مواد پروتئینی سلول میکروبوها می‌شود.

عوامل مؤثر در مقاومت دمایی میکروبوها و اسپرها عبارتند از:

۱-۱- میزان آلودگی: هرچه تعداد میکروب بیشتر باشد، زمان و دمای بیشتری برای از بین بردن آنها لازم است و چنانچه آلودگی مربوط به یک گونه میکروبی باشد مقاومت دمایی آن کمتر است و برعکس.

۱-۲- سن سلولهای میکروبی: در مورد شکل فعال سلول، هرچه سن زیادتر باشد، میزان مقاومت دمایی آن بیشتر است اما در مورد اسپرها برعکس اسپر تازه تشکیل شده مقاومت بیشتری دارد.

۱-۳- محیط زندگی: مقاومت دمایی میکروبوها تا حدی به ترکیب محیطی که در آن حضور دارند یا در آن رشد کرده‌اند بستگی دارد. مواد مغذی مانند پروتئینها، چربیها، کربوهیدراتها، آهن، کلسیم، منگنز، فسفر و مواد آلی میزان مقاومت میکروبوها را در برابر دما بالا می‌برند و در محیطهای فاقد ارزش غذایی یا کم‌ارزش مقاومت دمایی میکروبوها کمتر می‌شود.

۱-۴- pH محیط که در قسمت پیش گفته شد.

۱-۵- دما: در محدوده معینی، دما اثر تشدیدکننده رشد میکروارگانیسمها را دارد و در دوطرف آن اثر میکروب‌کشی دارد، به‌ویژه در دمای بالاتر از ۱۰۰°C. اما از دما به چند شکل برای سالم‌سازی استفاده می‌شود.

الف - استریل کردن به وسیله دمای مرطوب یا بخار که در دمای پایینی، انجام می‌گیرد. بیشتر در دمای ۱۲۱-۱۱۵°C و زمان انجام عمل تابع وضعیت مواد غذایی چگونگی انتقال دما به محتوی بسته و اندازه بسته می‌باشد.

ب - استریل کردن به وسیله دمای خشک که در دمای بالاتر و حدود ۱۶۰ درجه سانتیگراد به مدت یک تا دو ساعت انجام می‌شود.

پ - استریل کردن با روش تناوبی دما دادن و سرد کردن یا تیندالیزاسیون Tyndalization در این روش با استفاده از دمای کمتر از ۱۰۰°C می‌توان به حد استریلیزاسیون که برای انجام آن دمای بالاتر و حدود ۱۲۱°C لازم است، رسید. نحوه عمل به این ترتیب است که اول ماده مورد نظر را



تا حد پاستوریزه کردن دما می دهند بعد آن را بلافاصله سرد کرده و دوباره دما می دهند به این ترتیب میکروبها و اسپر آنها در دمای حدود  $85^{\circ}\text{C}$  از بین می روند.

۲- استفاده از مواد شیمیایی: از گذشته های بسیار دور از مواد شیمیایی برای سالم سازی و مبارزه با بیماریها و آلودگی ها استفاده شده و می شود. اما ترکیبات شیمیایی مورد استفاده برای این منظور همواره در حال تغییر است. زمانی از دود گوگرد و نمک استفاده می شد و زمانی از الکلها، فنلها، هالوژنها، نمکهای فلزات سنگین و زمانی هم از آنتی بیوتیکها و فومیگانها.

### ح - بهداشت کارکنان

کارکنان واحدهای تولیدی مواد غذایی به دلیل داشتن تماس مستقیم و غیرمستقیم با مواد غذایی یکی از عوامل مهم آلودگی به حساب می آیند و به همین جهت رعایت اصول بهداشت فردی و محیط کار توسط آنان یکی از رموز مهم موفقیت در صنایع غذایی و پیشگیری از بروز مسمومیت های غذایی است. در ارتباط با بهداشت کارکنان نکات مهم عبارتند از:

- ۱- معاینه پزشکی قبل از اشتغال و معاینه های پزشکی ادواری حین اشتغال.
- ۲- جلوگیری از کار کارکنانی که بیمارند و دوره نقاهت خود را می گذرانند یا زخمهای عمیق دارند که مسئولین را از سلامت کارکنان مطمئن می سازند.
- ۳- آموزش بهداشت به کارکنان، این کار باید به طوری انجام شود که در کارکنان انگیزه های رفتاری به وجود آید.

- ۴- استفاده از کلاه، روبوش، کفش، چکمه مخصوص و تمیز که بهتر است هر روز تمیز شوند.
- ۵- دوش گرفتن با آب گرم و صابون به ویژه قبل از شروع کار روزانه.
- ۶- خودداری از خوردن، آشامیدن و به ویژه سیگار کشیدن در حین انجام کار.
- ۷- شستشوی دستها با صابون دارای مواد ضد عفونی کننده به ویژه هر دو ساعت یکبار.
- ۸- تمیزنگه داشتن محیط کار.

لازم به یادآوری است که برای تمیز کردن و ضد عفونی کردن پوست، صابون به تنهایی کافی نیست، چون این ماده اثر کشندگی بر روی میکروبها ندارد بلکه با کم کردن فشار سطحی موجب زدوده شدن آنها از پوست می شود، بنابراین باید از مواد ضد عفونی کننده ویژه استفاده نمود.

مواد ضد عفونی کننده برای شستشوی دست و سایر نقاط پوست که باید به صابون مایع اضافه شده و در دسترس کارکنان قرار گیرند، عبارتند از:

- ۱- یدوفور Iodophors که ترکیب شیمیایی کمپلکس ید دو ظرفیتی و حلال هستند، یدوفورها

در برابر میکروبهای گرم مثبت و منفی به خوبی مؤثر است و در محیط کمی اسیدی فعالیت بیشتری دارند. یدوفورها بیشتر همراه نوعی ماده مرطوب کننده به کار می‌روند تا از اثرات منفی آنها کاسته شود، یدوفورها تا مدتی اثر میکروب‌کشی خود را بر روی پوست حفظ می‌کنند و از این نظر مطلوب هستند.

۲- کوآرتناری آمونیوم کمپاند Quarternary ammonium compounds که به طور خلاصه Quats نامیده می‌شوند. این مواد ترکیبات آمینه‌ای هستند که دارای اثر میکروب‌کشی قوی هستند و در برابر میکروبهای گرم مثبت و گرم منفی مؤثرند. اثر این ترکیبات به وسیله صابون، مواد آلی و آب سخت کم می‌شود.

۳- ترکیبات کلردار مانند هیپوکلریت سدیم و هیپوکلریت کلسیم که به صورت محلول به صابون مایع اضافه می‌شوند، در عمل کلر آزاد می‌کنند و یون کلر اثر میکروب‌کشی دارد. لازم به یادآوری است که مواد ضدعفونی کننده پوست باید به گونه‌ای انتخاب شوند که حتی کاربرد مرتب آنها چندبار در روز نه تنها اثر سویی بر روی پوست نداشته باشد، بلکه موجب نرمی و لطافت پوست هم بشوند و کارکنان تشویق به کاربرد آنها شوند.

## تمیز کردن دستگاهها و لوازم

در کارگاهها و کارخانه‌های مواد غذایی هر روز صدها وسیله و دستگاه بزرگ و کوچک مورد استفاده قرار گرفته و کثیف می‌شوند که باید بلافاصله نسبت به تمیز کردن آنها اقدام شود. زیرا باقیمانده‌های مواد غذایی روی سطح دستگاهها محیط مساعدی برای رشد میکروبها فراهم می‌سازد و موجب تشدید آلودگی، ایجاد بوی نامطلوب و پیدایش لکه‌های تیره‌رنگ روی سطح می‌شوند. اگر شستشو و تمیز کردن بلافاصله پس از بهره‌برداری از دستگاهها و لوازم انجام گیرد به مراتب مناسبتر است. زیرا انجام کار آسانتر است و آلودگی محدود می‌شود. تمیز کردن درست شامل مراحل زیر است:

۱- جدا کردن باقیمانده‌های مواد غذایی و مواد خارجی از سطح موردنظر،

۲- تمیز کردن اولیه با آب گرم حدود  $5^{\circ}\text{C}$  و محتوی مواد پاک‌کننده،

۳- آبکشی با آب گرم حدود  $6^{\circ}\text{C}$  ،

۴- ضدعفونی کردن با مواد شیمیایی یا بخار آب،

۵- آبکشی نهایی با آب گرم یا سرد بسته به مورد،

۶- خشک کردن در مجاورت هوا یا با کمک هوای داغ.

تمیز کردن دستگاهها به دو صورت انجام می‌گیرد.

۱- شستشوی جداگانه اجزاء دستگاهها و لوازم؛

۲- شستشو و تمیز کردن دستگاهها، تجهیزات بزرگ، لوله‌ها و اتصالات، بدون باز و بسته

کردن آنها Cleaning in Place یا (CIP)

در هر مورد چون باقیمانده‌های مواد غذایی اغلب به سختی به سطح دستگاهها چسبیده، جدا کردن آنها کار مشکلی است و لازم است برای سهولت انجام کار از مواد پاک‌کننده استفاده شود. این مواد دترژان Detergent نامیده می‌شوند، دترژانها مواد مایعی هستند که موجب زدوده شدن باقیمانده‌ها از سطح دستگاهها و لوازم می‌شوند.

سردسته این مواد در صنایع غذایی محلول سود NaOH است، این ماده موجب پراکندگی و متلاشی شدن باقیمانده‌های مواد غذایی می‌شود. بیشتر برای تمیز کردن ظروف فلزی مانند استیل ضدزنگ و شیشه‌ای از این ماده استفاده می‌شود، غلظت محلول تابع دما، زمان و میزان آلودگی است و از حدود ۴ تا ۱۰٪ است. این ماده دارای اثر میکروب‌کشی هم هست. در روش CIP محلول سود وارد لوله شده یا روی سطوح دستگاههای بزرگ پاشیده می‌شود تا باقیمانده‌ها را متلاشی و جدا نماید.

گروه دیگری از ترکیبات شیمیایی که برای تمیز کردن دستگاهها به‌عنوان دترژان اسیدی به کار می‌روند، اسیدهای معدنی مانند اسید کلریدریک، اسید سولفوریک، اسید نیتریک و اسید فسفریک هستند که به‌صورت محلول رقیق در گذشته کاربرد داشتند و از آنها برای جدا کردن مواد معدنی و رسوبات تشکیل شده روی سطوح دستگاهها به‌ویژه در کارخانه‌های شیر استفاده می‌شد، به دلیل اثر خوردگی اسیدهای معدنی، کاربردشان به تدریج محدود شده و امروزه بیشتر از اسیدهای آلی مانند اسید سیتریک، اسید تارتاریک، اسید گلوکونیک و اسید لاکتیک برای این منظور استفاده می‌شود.

بالاخره گروه سوم از ترکیبات شیمیایی که به‌عنوان ماده پاک‌کننده یا دترژان در صنایع غذایی استفاده می‌شوند مواد سورف‌اکتان Surfactant هستند. این ترکیبات دارای بارهای مثبت و منفی بوده، در عمل فشار سطحی را کم کرده و با ایجاد کف و لغزندگی روی سطوح موجب جدا شدن باقیمانده‌ها می‌شوند.

آبی که برای آبکشی نهایی استفاده می‌شود باید بدون سختی زیاد باشد، در غیر این صورت عوامل سختی روی سطح دستگاهها و ظروف باقیمانده و پس از تبخیر آب به‌صورت لکه‌های سفید ظاهر می‌شوند که منظره نامطلوبی داشته و از طرفی در مرحله بعدی کار، این عوامل وارد محصول می‌شوند و تعادل فرمول را برهم می‌زنند.

## جمع آوری، دفع زباله و فاضلاب کارخانه‌ها

در کارخانه‌های مواد غذایی، مواد خام پس از انجام فرآیندهای گوناگون تبدیل به فرآورده نهایی می‌شوند و در هریک از مراحل فرآیند مقداری مواد دفعی مایع و جامد به وجود می‌آید که بسته به نوع فعالیت کارخانه‌ها متفاوت است، اما به طور کلی مواد دفعی کارخانه‌های مواد غذایی از مقادیری ناخالصیهایی پروتئینی چربی، کربوهیدرات، دور ریزهای خط تولید، آب آلوده، انواع گل و لای و مواد پاک‌کننده که اغلب ناپایدار هستند تشکیل می‌شود. در گذشته صاحبان کارخانه‌های مواد غذایی و مراکز مشابه، زباله و فاضلاب خود را در اطراف محل پراکنده می‌کردند و به این ترتیب موجبات آلودگی محیط زیست را فراهم می‌ساختند، اما امروزه با گسترش صنایع و افزایش تعداد کارخانه‌ها، این کار عملی نیست. به ویژه که مراکز دولتی مسئول، قوانین و مقررات سختی برای جمع‌آوری و دفع مواد زاید کارخانه‌ها وضع نموده‌اند زیرا چنانچه مواد دفعی بدون برنامه در جای نامناسب پراکنده شوند عوارض نامطلوبی در بردارند. که مهمترین آنها عبارتند از:

- ۱- در اثر تجزیه شیمیایی و میکروبی مواد دفعی بوی تعفن در فضا پخش می‌شود.
  - ۲- محل مساعدی برای تجمع و تکثیر حشرات و جوندگان به وجود می‌آید و در نتیجه یک کانون دائمی آلودگی تشکیل می‌شود.
  - ۳- انتشار عوامل آلوده‌کننده از این گونه مراکز موجب همه‌گیری بیماری‌های واگیر می‌شود.
  - ۴- مواد دفعی که مقدار زیادی از آنها کم و بیش دارای ارزش اقتصادی هستند تبدیل به مواد مضر می‌گردند.
  - ۵- چنانچه فاضلاب وارد آبهای زیرزمینی یا آبهای سطحی شود به علت دارا بودن BOD بالا موجودات زنده و گیاهان منطقه را با خطر جدی مواجه می‌سازد.
- بنابراین مسأله ایجاد، دفع و تبدیل زباله و فاضلابها به مواد مفید و قابل استفاده یا بدون ضرر، یکی از مهمترین مسایل کارخانه‌ها است که روزه روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.
- مواد دفعی کارخانه‌های مواد غذایی شامل مواد دفعی جامد، مایع و مخلوط مایع و جامد است که برای سالم‌سازی آنها اولین گام عمل تفکیک است که به وسیله آن مواد جامد و مایع جدا می‌شوند و هر کدام جداگانه سالم‌سازی و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱- **فاضلاب:** پس از تفکیک مواد دفعی، فاضلاب در مخازنی جمع‌آوری شده و مدتی به حال خود می‌ماند تا چربیها روی سطح و مواد معلق ته‌نشین شوند، در انتهای این مرحله اگر فاضلاب محتوی ترکیبات شیمیایی سمی نباشد، می‌توان از آن برای آبیاری مزارع استفاده نمود که به این ترتیب خاک مزرعه تقویت می‌شود. چنانچه مواد آلی فاضلاب زیاد باشد لازم است برای مدتی آن را با

ارتفاع کم و حدود ۱ تا ۲ متر در آب نماهای مرداب مانند در معرض هوا قرار داد تا اثر ترکیبات آلی اکسیده شوند و از ایجاد بوی نامطلوب در محل جلوگیری شود. در مواردی که امکان این گونه استفاده از فاضلاب وجود نداشته باشد، می توان آن را مورد فرآیندهای تصفیه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی قرار داده و به طور کامل سالم سازی و مورد بهره برداری قرار داد. در کشورهایی که با کمبود آب مواجه هستند فاضلاب را به نحوی سالم سازی می نمایند که بتوان از آن مانند آب سالم و بهداشتی در خط تولید مواد غذایی استفاده نمود.

**۲- پس مانده های جامد:** بسیاری از باقیمانده های جامد کارخانه های مواد غذایی ممکن است دارای ارزش اقتصادی باشند. برای نمونه باقیمانده های جامد کارخانه های کنسرو سازی و چغندر قند بیشتر شامل پوست و زواید میوه ها و سبزیها هستند که می توان از آنها برای تهیه خوراک دام و طیور یا تولید مخمر استفاده نمود و یا به کمک عمل تخمیر آنها را تبدیل به سرکه، الکل و سایر فرآورده های تخمیری نمود.

مواد دفعی جامد که به شکل بالا قابل استفاده نباشند را می توان به یکی از اشکال زیر سالم سازی و دفع نمود.

**الف -** دفن کردن در گودالهای خارج از شهر و دره های دورافتاده و پوشاندن روی آنها که به این ترتیب مواد دفعی به تدریج تثبیت می شوند.

**ب -** سوزاندن: باقیمانده هایی که از نظر شیمیایی و بیولوژیکی مضر هستند و وجود آنها در محیط زیست مخاطره آمیز است را می توان با دمای بالا و حدود  $65^{\circ}\text{C}$  تا  $90^{\circ}\text{C}$  در کوره های ویژه سوزانده و از انرژی آن برای مصارف گوناگون استفاده نمود.

**پ -** تهیه کود: مواد دفعی جامد را می توان در شرایط ویژه ای به شکل باثبات درآورده و از آنها برای تقویت خاک کشاورزی استفاده نمود. برای این منظور، ابتدا توده مواد دفعی در دستگاه ویژه تا حدود  $35^{\circ}\text{C}$  گرم می شود تا میکروبهای هوازی بتوانند به راحتی در آن رشد و نمو و تکثیر نمایند، این میکروبه باقیمانده های مواد آلی را تجزیه می نمایند و محیط را برای فعالیت مخمرها آماده می سازند به دنبال این مرحله عمل تخمیر بر روی باقیمانده های مواد غذایی انجام می شود و موجب بالا رفتن دما تا حد پاستوریزه شدن توده و سنتز مقداری آنتی بیوتیک می گردد. به این ترتیب میکروبهای بیماریزا خود به خود از بین می روند و مواد آلی ناپایدار که عامل ایجاد بوی تعفن هستند تجزیه می شوند و به راحتی می توان از آنها برای غنی کردن خاک کشاورزی استفاده نمود.

## خودآزمایی

- ۱- منبع اصلی میکروب در بدن افراد ناقل را بیان کنید.
- ۲- راههای کنترل آلودگی مواد غذایی توسط انسان را توضیح دهید.
- ۳- میکروبهای شناساگر آلودگی را نام ببرید.
- ۴- عوامل داخلی شرایط رشد و نمو میکروارگانیسم را بیان کنید.
- ۵- عوامل مؤثر در مقاومت دمایی میکروبها و اسپر را شرح دهید.
- ۶- نکات مهم در ارتباط با بهداشت کارکنان را ذکر کنید.
- ۷- مراحل تمیزکردن دستگاه و لوازم کارخانجات را بیان کنید.
- ۸- عوارض نامطلوب ناشی از عدم جمع‌آوری و دفع زباله و فاضلاب را شرح دهید.

## منابع و مأخذ

- ۱- زندی، پروین، ۱۳۶۸، علوم غذایی از دیدگاه شیمیایی، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.
- ۲- ملکی، مرتضی و دخانی، شهرام، ۱۳۷۰، صنایع غذایی، دانشگاه شیراز.
- ۳- صادق‌زاده عراقی، عذرا و ایمان‌دل، کرامت‌الله، ۱۳۷۴، عوامل فساد و شرایط نگهداری مواد غذایی در سردخانه، انتشارات دانشگاه تهران
- ۴- پایان، رسول، ۱۳۷۷، کنسروسازی ویرایش دوم، انتشارات آبیژ.
- ۵- فرخنده، عباس، ۱۳۵۶. اصول بهداشت و صنایع شیر، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- کریم، گیتی، ۱۳۷۴، شیر و فرآورده‌های آن، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران
- ۷- فلاحی، مسعود، مترجم ۱۳۷۰، علم مواد غذایی، انتشارات بارثاوا.
- ۸- رکنی، نوردهر، ۱۳۷۴، علوم و صنایع گوشت، انتشارات دانشگاه تهران.

