



### 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 فور 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 در حال 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 میکروارگانیسمهای 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 آزمونها، 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 غیرعمدی؛
  - واکنشهای فیزیکوشیمیایی که در اثر تغییر شرایط اقلیمی اتفاق می‌افتد؛ مانند ذوب چربیها در اثر بالا رفتن دما و تشدید فعالیت آزمونها 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 به واسطه آنها؛
  - تغییرات ناشی از رشدونمو 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 هریک 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 آزمون) 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 به‌ویژه 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 کلوستریدیوم 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.

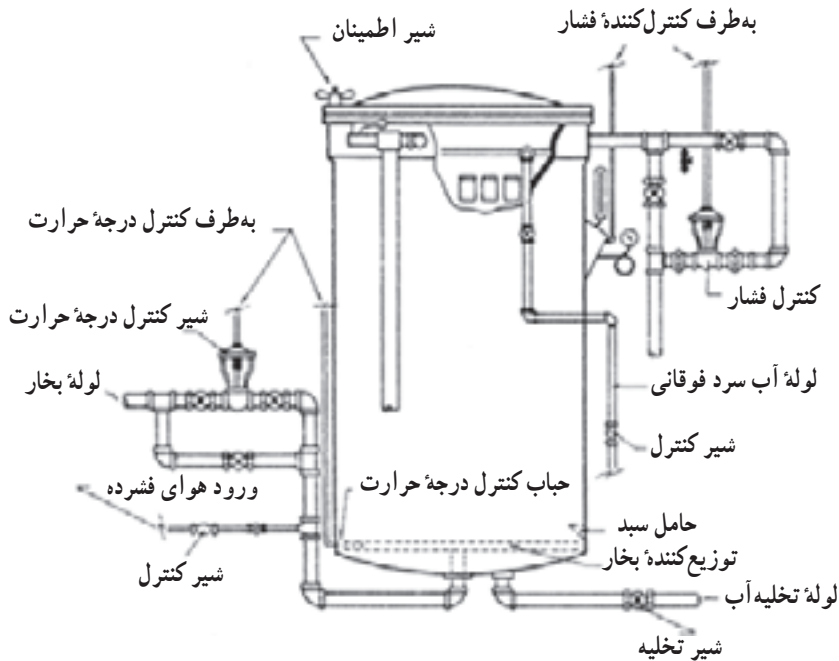
الف - اتوکلاو ثابت افقی یا عمودی: که با بخار آب کار می کند. این نوع اتوکلاو ممکن است

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

---

<sup>۱</sup> - Clostridium botulinum

قوطیها استفاده شود.



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

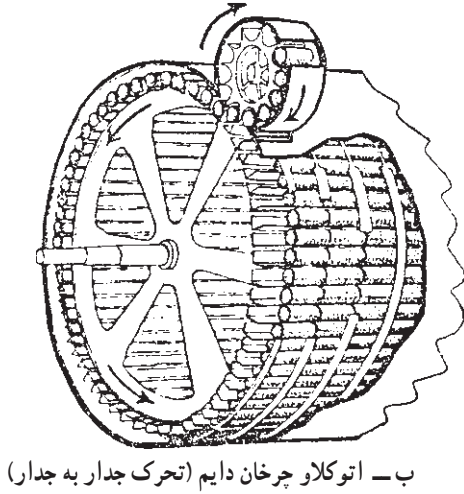
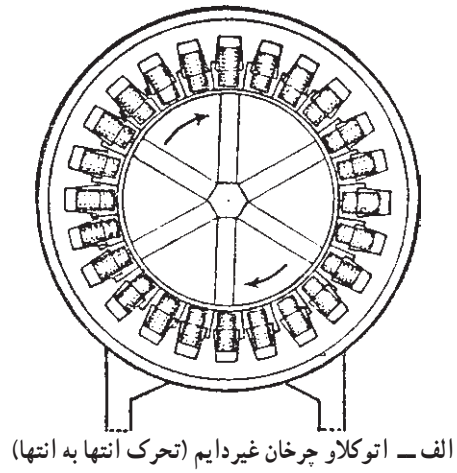
ب- اتوکلاو افقی متحرک: که سبدهای غذا حین استریل شدن در آن می چرخند و تحت فشار بخار آب کار می کنند.

پ- اتوکلاو مداوم: که قوطیها یا شیشه های 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.

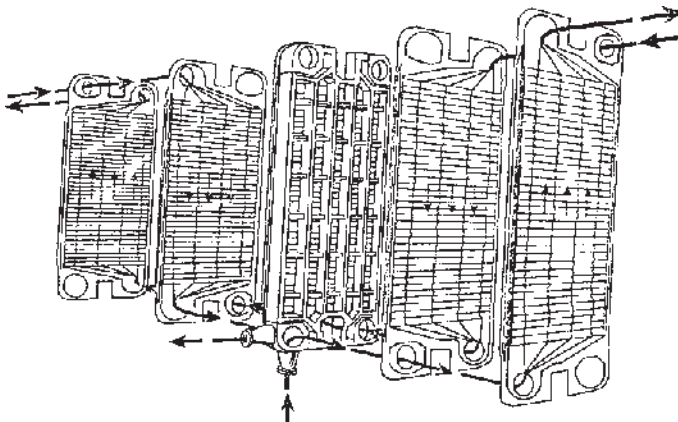
۲- دستگاههای استریل کننده غذاهای مایع و نیمه مایع: از این دستگاهها برای پاستوریزه کردن یا استریل کردن غذاهای مایع استفاده می شود و انواع آن عبارت اند از:

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



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

ب - دستگاه استریل کننده لوله ای: این سیستم بیشتر برای غذاهایی با غلظت بیشتر به کار می رود، در این روش مواد غذایی مانند رب گوجه فرنگی از داخل لوله های نازک عبور کرده و از خارج با بخار آب دما داده می شود. برای جلوگیری از سوختگی سطحی یک سری تیغه های ویژه، غذا را از جدار تراشیده، به جلو می رانند.



شکل ۳-۴ - مسیر شیر در صفحات پاستوریزاتور صفحه ای



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 میکروبیهای 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 کوتاhter 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 فرآورده‌های 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 تجاری 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.

---

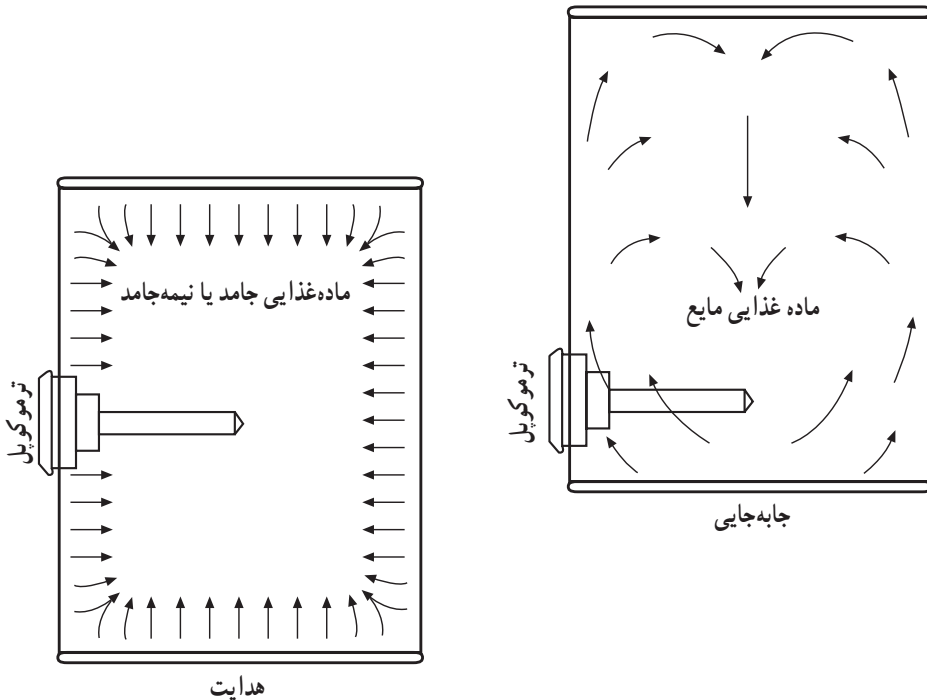
<sup>۱</sup> - Microwave

## نکات مهم در فرآیندهای دمایی

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

۱- نوع محصول از نظر ویسکوزیته (لزج بودن): فرآورده های غذایی، ممکن است مایع یا نیمه جامد و یا سفت باشند. این ویژگیها، تعیین کننده نوع جابه جایی دما در فرآورده است. در فرآورده های مایع جابه جایی دما از راه جابه جایی فرآورده در بسته و به سرعت انجام می گیرد، ولی در فرآورده های سفت این عمل به وسیله هدایت انجام می شود و نسبت به جابه جایی کندتر صورت می گیرد. در برخی از فرآورده های غذایی، جابه جایی دما از هردو 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 ترموکوپل، 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 گرم‌دهنده 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 $110^{\circ}\text{C}$
۱۵۰ دقیقه در $104^{\circ}\text{C}$	۳۳۰ دقیقه در $100^{\circ}\text{C}$

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 به‌خوبی رقابت می‌کند.

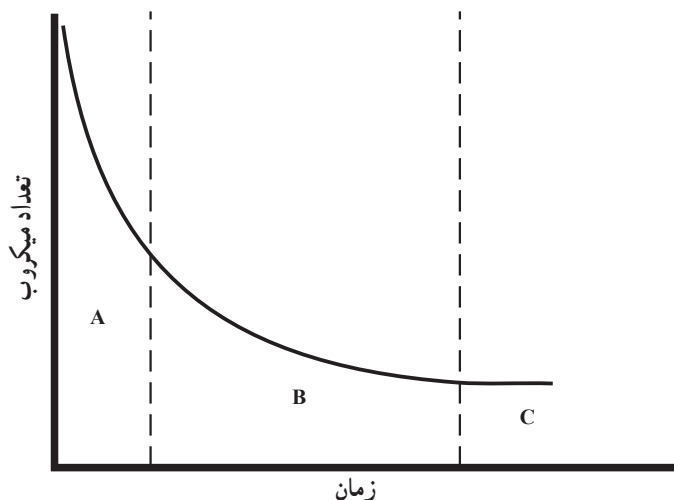
### اصول نگهداری با استفاده از یخ‌زدن و طرز کار یخچالها

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 می دهند و از آنجایی که انجماد، سبب کریستاله شدن آب آزاد و غیرقابل مصرف بودن برای چنین واکنشهایی می شود. بنابراین فعالیتهای بیولوژیکی در غذاهای منجمد یا کاملاً متوقف می گردند و یا به حداقل می رسند. 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 می دهند.



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 می یابد، ابتدا هسته هایی از مولکولهای متراکم شده آب تشکیل می شوند و بعد کریستالهای یخ به وجود می آیند و کم کم حالت انجماد روبه تکامل می گذارد و چون همواره کریستالهای یخ از آب خالص ساخته می شوند درحین بزرگ شدن کریستالهای یخ مواد جامد محلول در آب به بیرون رانده می شوند و در نتیجه غلظت مواد یخ نزده به تدریج افزایش می یابد.

هنگامی که آب بین سلولها یخ زد به علت پیدایش اختلاف فشار اسمزی، مقداری از آب داخل سلول به خارج نفوذ می کند و سبب رشد کریستالهای یخ می شود. این امر بیشتر در مواردی که سرعت انجماد کند است اتفاق می افتد و سبب تغییر حالت فیزیکی در بافت سلولها می گردد 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 ۴-۷

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 طریقه هدایت با سرعت زیاد یخ می‌زند.

**پ – یخ‌زنهای 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 به‌وسیله نقاله‌های ویژه بین صفحات پر شوند.

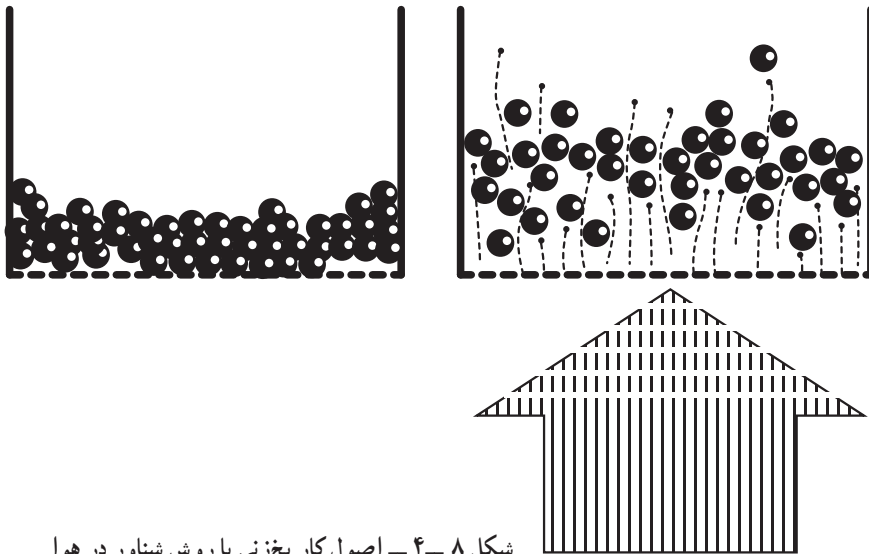
**ت – یخ‌زنهای غوطه‌وری:** در این سیستم تماس غذا و ماده سرد کننده همه‌جانبه است و به‌علت تماس مستقیم سرما با ماده غذایی، تبادل دما بسیار سریع صورت می‌گیرد. هم‌چنین با تشکیل یک لایه نازک یخ در سطح غذا، در لحظات اولیه، امکان هیچ تبخیر رطوبتی در غذا نیست و مانند سیستم یخ‌زنی هوای متحرک، هر شکل و نوع غذایی 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 به‌سه گروه 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 به حالت مایع روی غذاها پاشیده می‌شوند ولی پس از تماس با غذا به حالت 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 به طوری که آن مواد را به حالت شناور در هوا درآورد. این روش را که مشابه آن با استفاده از هوای گرم برای خشک کردن مواد نیز به کار 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 عبارت‌است 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 به‌طریقه 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 میکروبها 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

<sup>۱</sup> Non – enzymatic browning

<sup>۲</sup> 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

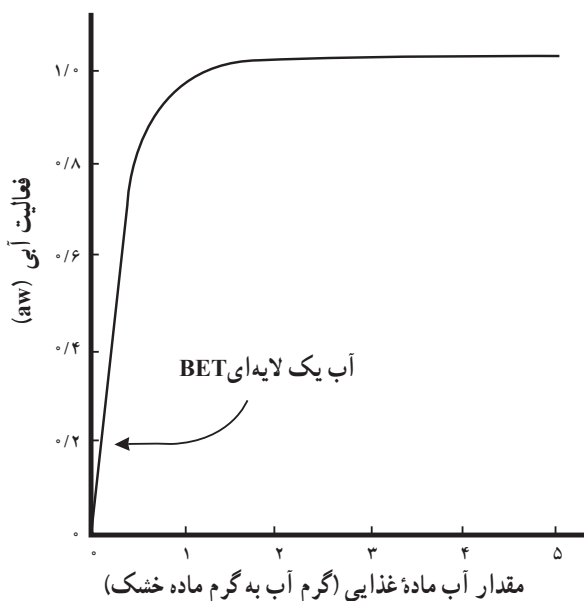
۳- Mono layer water

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 نیمه خشک 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- خشک کردن سیلویی<sup>۲</sup>: این شیوه که ابتدا برای خشک کردن حبوبات و غلات تازه درو شده به کار می‌رفت، امروزه برای خشک کردن مرحله نهایی 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.

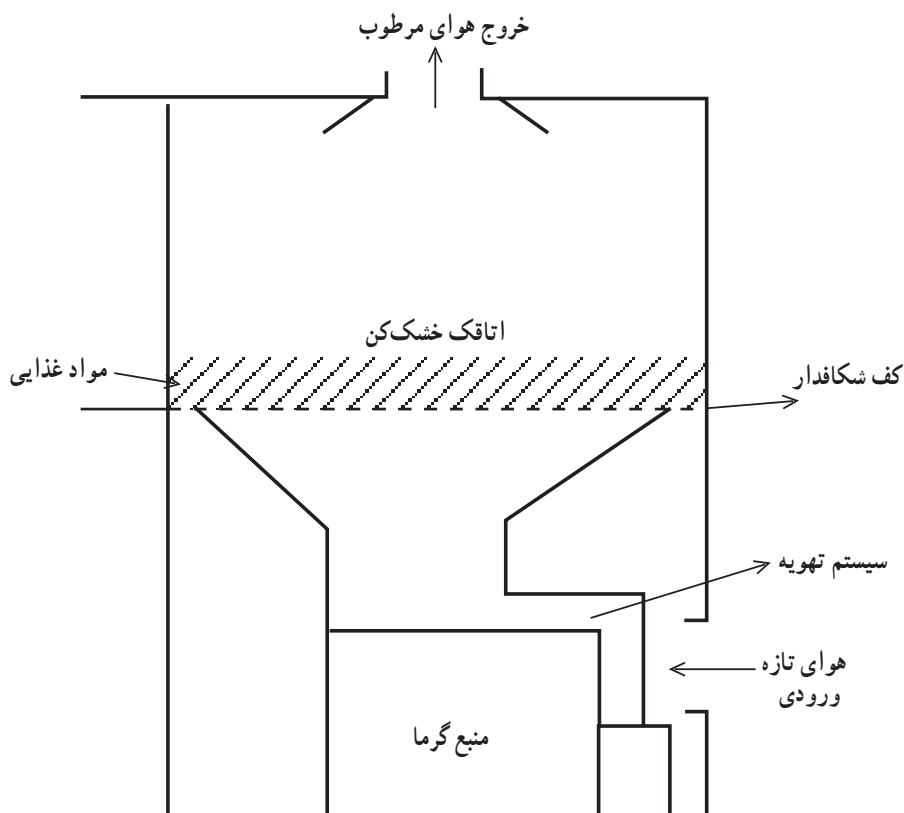
۲- خشک کن کیلن<sup>۳</sup>: اتاقهای نسبتاً بزرگی است با دو طبقه پایینی و بالایی که به وسیله جدار چوبی که دارای شکافهای باریکی است از هم جدا می‌شوند. در طبقه پایینی یک منبع دمایی (شعله افکن)، هوا را گرم کرده، از بین شکافها به طبقه بالایی می‌رساند. در این قسمت مواد غذایی

۱- Capillary condensation water

۲-BIM - dryers

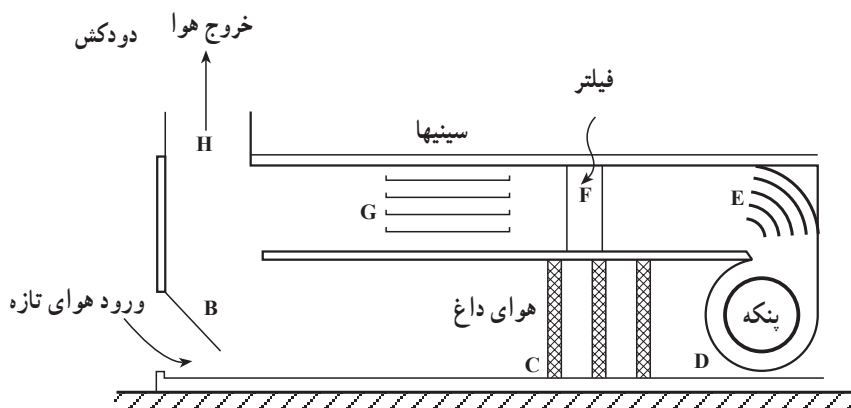
۳- Kiln dryer

(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  $90^{\circ}\text{C}$  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

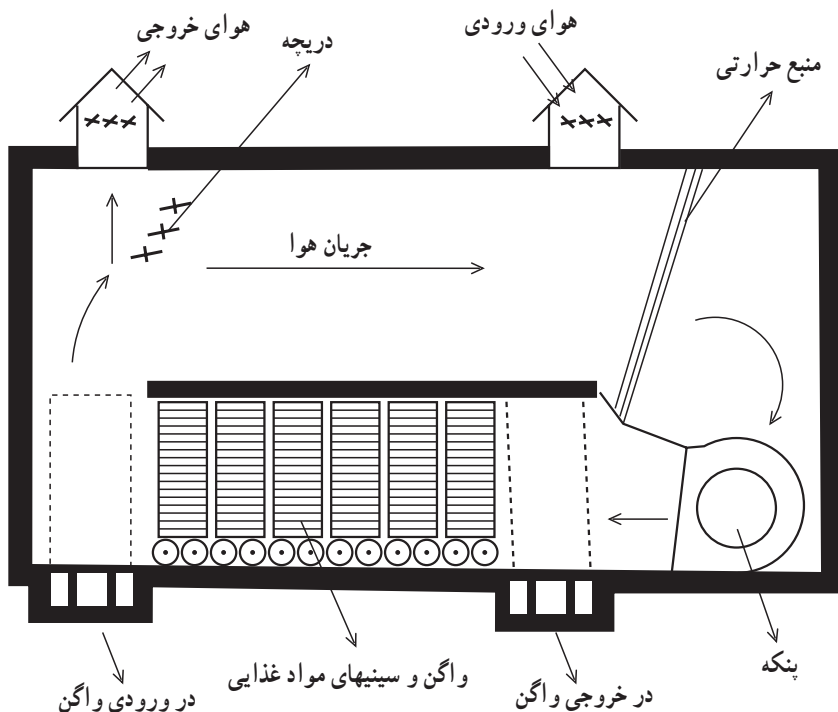
۱- Semi - continuous

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.

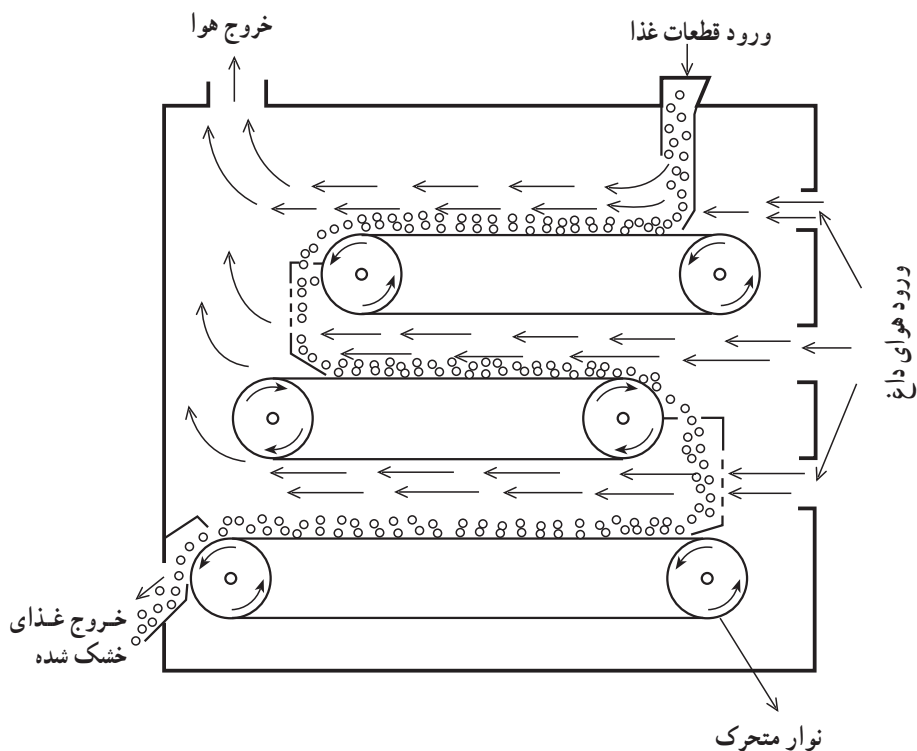


شکل ۱۲-۴- شمایی از یک خشک‌کن تونلی غیر هم جهت

**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 بسته‌بندی، از دریچه‌ای به خارج هدایت می‌نمایند.

<sup>۱</sup> - Continuous conveyor belt dryer

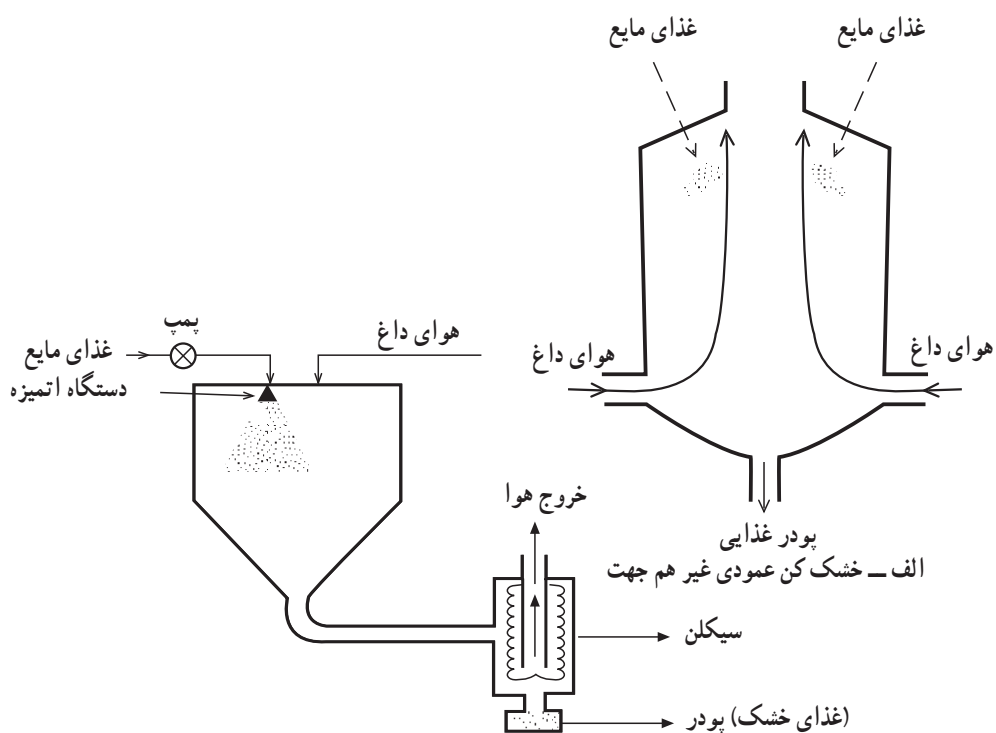




شکل ۱۳-۴- شمایی از یک خشک کن نواری مداوم

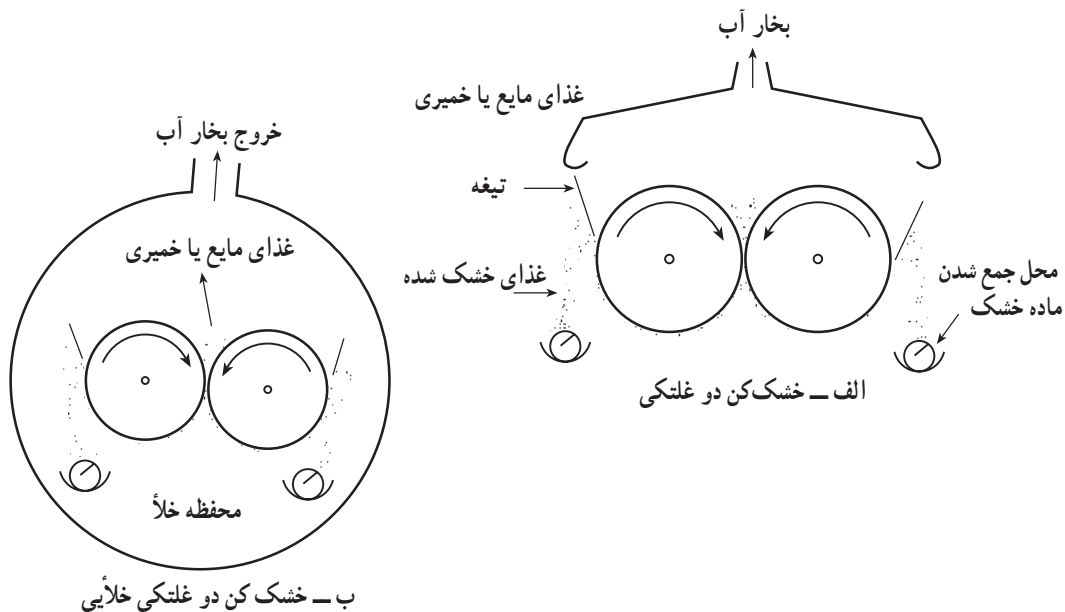
**۶- خشک کن غلتکی:** اساس کار این خشک کنها برخلاف روشهای پیشین که با جریانی از هوای داغ و خشک مواد غذایی را خشک می کنند، تماس مواد غذایی خمیری یا مایع با یک سطح بسیار داغ است. جابه جایی دما در این روش، از سطح داغ به ماده غذایی و سپس به درون ماده غذایی از طریق هدایت انجام می گیرد. در نتیجه، آب به صورت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

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

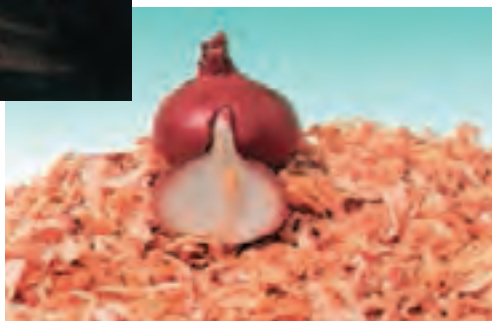


شکل ۱۵-۴- شمایی از چند نمونه خشک کن غلتکی

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 ↓	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 ↓ پودر 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 پودر شیر ↓ ↓ ↓ بسته بندی	بازرسی ↓ شکستن تخم مرغ ↓ ↓ ↓ مخلوط کردن ↓ ↓ ↓ اتمیزه کردن ↓ خشک کن پاشنده ↓ جمع کردن پودر ↓ ↓ ↓ بسته بندی



شکل ۱۶-۴- خشک کردن هویج و پیاز

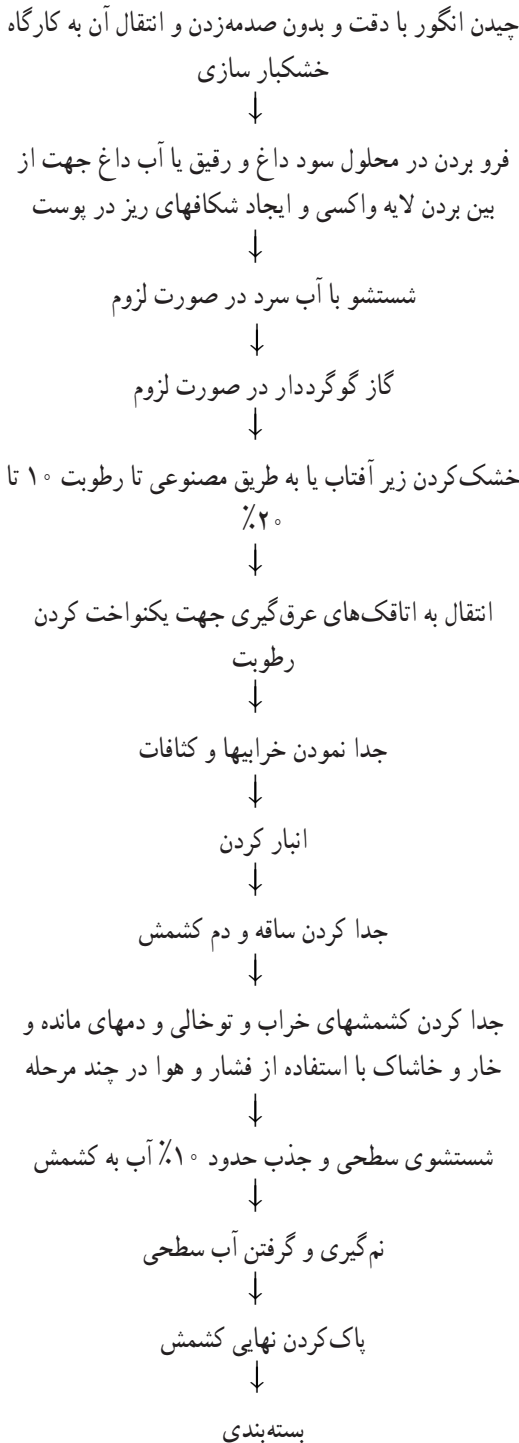
## آماده‌سازی مواد غذایی برای خشک کردن

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 فروبردن 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

عملیات آماده‌سازی

### جدول ۳-۴ — خلاصه مراحل مختلف کَشْمَش‌سازی



## 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 می‌کنند. 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. اواپراتور 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 اواپراتور 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 منیزیم و مواد نامحلول مانند کربنات کلسیم و کربنات منیزیم 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 میکروارگانایسمهای 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 اسمزیتة 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<sup>۱</sup>، 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 دود 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 کلویدی 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 عبارت اند از :

– اسیدها مانند، فرمیک، استیک، بوتریک، کاپریلیک، وانیلیک ؛

– فنلها، که از لیگنین حاصل می شوند مانند دی متواکسی فنل ؛

– الکل ها 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 سرطان زاست که در دمای بالاتر از  $35^{\circ}\text{C}$  از لیگنین حاصل می شود. البته این مواد را می توان از دود جدا ساخت، موادی مانند بنز پایرن<sup>۱</sup>، فناتراسن<sup>۲</sup> و دی بنزاترن<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 می کنند و در اتاقکهای ویژه دود دادن از نرده های خاص آویزان می نمایند و در معرض دود حاصل از سوخت ناقص چوبهای ویژه قرار می دهند. طی عمل دود دادن دمای اتاقکها باید حدود  $55^{\circ}\text{C}$  باشد تا از

رشد میکروارگانیسمها و واکنشهای آنزیمی جلوگیری شود. عمل دود دادن با این روش زمانی حدود ۲۰ ساعت به طول می انجامد.



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 سزیم 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.

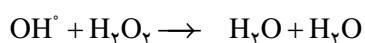
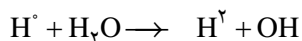
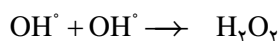
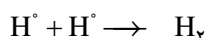
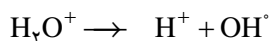
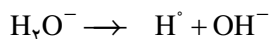
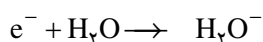
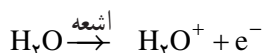
### واحد اندازه‌گیری دُز اشعه

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  $1 \text{ Rad} = 10^{-2} \text{ J kg}^{-1}$   
براساس 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 می گیرند برخورد بین اشعه و آنها و ملکولهای مواد غذایی منجر به ایجاد رادیکالها و بنیانهای جدیدی می شود و در نتیجه واکنشهای بین رادیکالها و بنیانهای آب و مواد غذایی که میل ترکیبی شدیدی دارند تغییرات ملکولی زیادی رخ می دهد. این تغییر تا آنجا که مربوط به از بین بردن باکتریها، قارچها، کپکها، انگل ها و آئزیمها می شود مفید هستند اما تغییرات احتمالی نامطلوبی هم رخ می دهد که می توان از شدت آنها کاست.

### راههای کم کردن اثرات اشعه در مواد غذایی

الف – انجماد: انجماد موجب می شود 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 می شوند و فرصت واکنش پیدا نمی کنند.

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

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

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

الف – مانع رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمهای مضر و بیماریزا می شوند.

ب – تغییرات مطلوبی در طعم، بو، رنگ، مزه و بافت فرآورده ایجاد می کنند.

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

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 پاره ای 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 باقیمانده های سایر کارخانه های صنایع غذایی مانند ملاس چغندر قند، تفاله و پوست میوه ها 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 کپک ها 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 ممانعت کنندگی 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 هوازی 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 هوازی یا اختیاری مقدار بیشتری الکل سنتز می شود. بنابراین با تنظیم اکسیژن محیط می توان نوع تخمیر و متابولیتهای آن را تغییر داد.

**ج — دمای محیط:** دمای بهینه برای رشد مخمرها تابع نوع تخمیر و متابولیتهای مورد نظر است. برای نمونه مخمرها در دمای بالا، اسیدهای آلی بیشتری سنتز می کنند و در دمای متوسط متابولیتهای 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 باکتریهای اسید لاکتیک، اسید استیک، ساکارمیسه و سرویسبه 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 عبارتند 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 گوجه فرنگی 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 کپک زدگی رب گوجه فرنگی 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 توت فرنگی، آلو، ادویه‌ها، گوجه فرنگی 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 کپک زدن پنیرهای سخت، فرآورده‌های غلات، نوشابه‌ها، آب میوه، 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 ۰/۲ 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 میلی گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در روز تجاوز ننماید.

**پ — انیدرید سولفور و (SO<sub>۲</sub>) و نمک‌های سدیم و پتاسیم آن:** مانند سولفیتها، بی سولفیتها و متابی سولفیتها همگی دارای اثرات ضد میکروبی هستند.

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

همچنین دارای اثر آنتی اکسیدانی 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.

**ت — پروپیوناتها، اسید پروپیونیک و نمکهای کلسیم، سدیم، پتاسیم آن:** برای جلوگیری از کپک زدن 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 میلی گرم 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 آنتی اکسیدان 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 میکروبها 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 سوپها، 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 میکروب‌کشی 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 می‌پیچند. 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. دُز 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 پرازش‌ترین 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.

**پ - 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  $0/54^{\circ}\text{C} - (0/57^{\circ}\text{C} \text{ تا } 0/53^{\circ}\text{C})$  می باشد. بنابراین از نقطه انجماد آب پایین تر است.

**ت - گرمای ویژه:** بر حسب 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  $0/93 - 0/94 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$  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 جزیی 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 غیرپروتئینی 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، فلوئور، 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 ۷۲/۰ تا ۷۵/۰ درصد می باشد.

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

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: میکروارگانیسمها از چند طریق شیر را آلوده می نمایند.

الف - از محیط داخلی بدن حیوان شیرده: بعضی از میکروارگانیسمهای 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<sup>۱</sup> (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<sup>۲</sup> (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>۳</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.

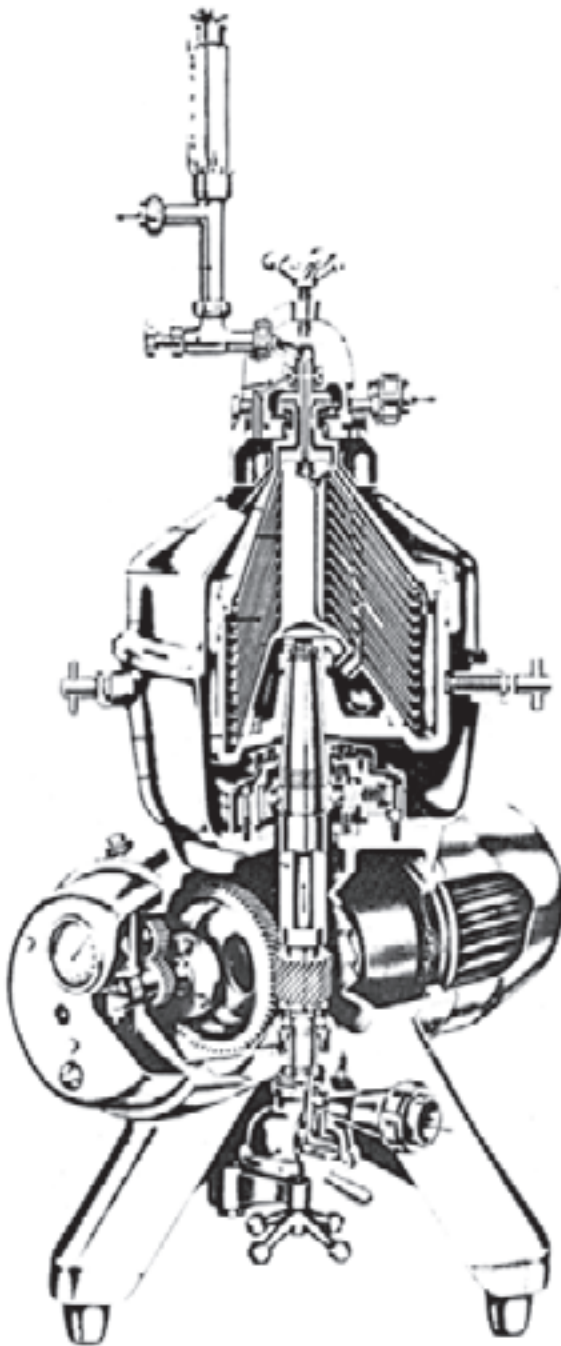
روشهای بالا ناقص است و حدود ۲ تا ۳ گرم (و غالباً تا ۱۰ گرم) چربی در هر لیتر شیر، باقی

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.

ب - 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 پس چرخ به ۱/۰ درصد رسانید.

ت - میکروب‌شناسی خامه: چنانچه خامه را مدتی به‌حال خود بگذاریم تغییر و تحولاتی در آن به‌وجود می‌آید. بعضی از میکروب‌های پروتئولیتیک یا کلی‌فرمها مانند *Klebsiella aerogenes* 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 بازهم ادامه می‌یابد و همین‌که 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 به‌وجود 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 حالی‌که در خامه‌هایی که تازه به‌مصرف 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* *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  $50-45^{\circ}\text{C}$  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  $9-8^{\circ}\text{C}$  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  $30$  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 نرسیده 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 کره زنی: عمل کره زنی ۳۵ تا ۴۵ دقیقه طول می کشد. جریان کره زنی و پایان کار را می توان به وسیله درجه شیشه ای که در بدنه گردونه تعبیه شده است مشاهده نمود. در روی درجه شیشه ای گردونه ابتدا خامه چون شیر جریان پیدا می کند و رنگ شیری مات به شیشه می دهد سپس کم کم دانه های کره روی شیشه شفاف ظاهر می شوند. پس از تشکیل دانه های کره، سرعت چرخش گردونه را کند کرده، آن را چند دقیقه دیگر به آهستگی می چرخانند و سپس متوقف ساخته، دوغ حاصله از کره زنی را خارج می سازند.

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

ج — نمک زدن کره: در بعضی از کشورها، کره های نمک دار تهیه می کنند. مقدار این نمک، در حدود ۲ درصد مناسب است. نمک علاوه بر طعم ویژه، مانع رشد و نمو میکروبها می گردد. رطوبت کلی کره نیز تغییر می نماید زیرا نمک موجب خروج آب گردیده، در نتیجه مقدار وزن کره کاهش می یابد. برای نمک زدن کره می توان از نمک خشک و نرم یا از آب نمک استفاده نمود.

چ — مالش دادن کره: این عمل باعث چسبیدن دانه های کره به یکدیگر و پخش یکنواخت آب در بستر چربی می شود. 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 می شود. امروزه مالش دادن کره در داخل خود گردونه صورت می گیرد. بدین ترتیب که پس از خروج آب شستشوی دانه کره گردونه را به آهستگی به چرخش درآورده، در نتیجه فشار توده کره و ضرباتی که در اثر برخورد با دیواره گردونه حاصل می شود کره مالش داده می شود.

ح — بسته بندی کره: بسته بندی کره به دو صورت به شرح زیر صورت می گیرد:

۱ — بسته بندی کلی: در این روش از کارتنهای مقوایی یا از بشکه های چوبی به اندازه های ۲۵-۲۰ کیلوگرم یا بیشتر استفاده می شود. 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 ورقه های نازک قلع یا آلومینیم یا سلولز به کار برده می شود.

۲ — بسته بندی قالبی: در این طریقه از دستگاههای بسته بندی که به طور خودکار کره را به اندازه های مختلف در حدود ۱۲۵ تا ۲۵۰ گرم در کاغذهای سولفوریزه یا آلومینومی بسته بندی می کند، 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 ( $37^{\circ}\text{C}$ ) 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، به حال خود بگذاریم دانه‌های حاصله کره خیلی زود بر سطح مایع جمع می‌شوند که می‌توان به راحتی 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 (باجداکثر ۵/۰٪ آب و حداقل ۹۹/۳٪ چربی) در دمای حدود  $5^{\circ}\text{C}$  در ظروف مناسب ۱ تا ۲ سال و بیشتر قابل نگهداری است. چون از یک طرف در اثر صاف کردن مقدار عمده مواد غیر چربی 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 اکسید شدن 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 (استرپتوکوکوس 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 آنتی بیوتیک باشد.

**ج- روشهای تهیه ماست:**

۱- روش تهیه ماست پاستوریزه (صنعتی)

۱-۱- پاستوریزه کردن شیر: در روش نیمه صنعتی 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 مایه زنی: دمای مناسب مایه زنی  $42-45^{\circ}\text{C}$  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- مایه زنی: مایه ماست، ماده‌ای است که سبب بالا رفتن اسیدیته شیر و به وجود آمدن طعم و مزه ویژه ماست می‌شود. در مورد میکروارگانیسمهای موجود در مایه ماست نظریه‌های مختلفی ابراز شده اما بیشتر صاحب نظران معتقدند که در جریان تبدیل شیر به ماست، دو باکتری استرپتوکوکوس 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 هریک 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 هریک از سه عامل بالا در شیرینی، ترشی و عطر ماست تأثیر زیاد دارند. چنانچه دمای گرمخانه پایین باشد استوئیکوکوس 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- سرد کردن ماست: بعد از اینکه ترشی ماست به میزان مورد نظر 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 کیلو گرم شیر) به عنوان 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 خنک شدن 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 به‌طوری 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 به وسیله مایه پنیر یا اسید لاکتیک 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 به دست می‌آید. بنابراین منظور از پنیرسازی، تبدیل شیر به ماده‌ای است متراکم که زمان بیشتری قابل نگهداری است و به علت 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  $30^{\circ}$  -  $20^{\circ}$  گرم در صد لیتر شیر تا حدود زیادی برطرف نمود. عیب دیگر، کشته شدن میکروارگانیسم‌های 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 معده دام‌های جوان از جمله گوساله و بره به دست 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 به صورت لخته شفاف چینی‌مانندی جدا می‌شود. بهترین دما برای تأثیر مایه پنیر دمای  $38-40^{\circ}\text{C}$  است ولی در عمل انعقاد در دمای  $35-28^{\circ}\text{C}$  صورت می‌گیرد. مقدار مایه پنیر که به شیر افزوده می‌شود بر حسب انواع پنیر مورد نظر متفاوت است و البته به قدرت انعقاد مایه پنیر بستگی دارد. برای

---

<sup>۱</sup> - Renine

هرصد کیلو گرم شیر حدود ۱۰ تا ۱۵ میلی لیتر عصاره یا ۲-۳ 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 ۲-۳ 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- آب گیری نسبی لخته: پس از اینکه شیر منعقد و بریده شد باید آب پنیر یا به اصطلاح لاکتوسرم را به 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 آب گیری 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 کیلو گرم دلمه ۲/۳ کیلو گرم 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  $10^{\circ}\text{C}$  تا  $22^{\circ}\text{C}$  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 اسید لاکتیک 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، اسید لاکتیک 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 جری 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 باتوجه 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 کلوستریدیوم 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  $8^{\circ}\text{C}$  تا  $18^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی از  $80\%$  تا  $95\%$  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 آنتیمها 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 کم‌ویش 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 می کنند: در روش اول دوغ کره را به ملایمت می جوشانند و خوب به هم می زنند تا غلظت آن به ماست برسد سپس آن را در صافی پارچه ای ریخته، باقیمانده روی صافی را به صورت گلوله یا قطعات کوچک درمی آورند و در آفتاب یا روش مناسب دیگر خشک می نمایند. روش دوم، ساختن کشک از شیر پس چرخ است که به آن مایه ماست می زنند تا تبدیل به ماست بی چربی یعنی دوغ غلیظ شود سپس این دوغ را به کمک دما غلیظ می کنند و مانند روش پیش گفته، از آن کشک به دست می آورند. 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 به طور متراکم است، لذا ارزش غذایی فراوانی دارد و به علاوه برای مدت زیادی قابل نگهداری است. از کشک برای تغذیه انسان و مکمل غذایی طیور به عنوان ماده پروتئینی استفاده می شود.

## 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 می شود که «قره قروت» نامیده می شود. مزه این نوع قره قروت بسیار ترش است.

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

## تکنولوژی فرآورده های گوشت

پیش گفتار: گوشت، که مجموعه ای شامل عضلات مختلف، بافت پیوندی، چربی و استخوان، پوست، عصب، رگ و بی است یکی از باارزشترین مواد غذایی محسوب می شود. 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 به شمار می رود و دارای ارزش غذایی بالایی است. مصرف گوشت مقدار زیادی از نیازهای بدن را تأمین می کند 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 مصرف کنندگان 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 شیر خشک.

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 زیاده از حد و یا کمتر باشد یا دما به قدری بالا برود که سیال بودن آن زیاده 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  $25^{\circ}\text{C}$  -  $1^{\circ}\text{C}$  و مقدار آن حداکثر تا حدود ۲۰٪ است.

۳- نمک: به میزان حدود ۲ تا ۵/۵ درصد نسبت به مقدار گوشت و چربی برای بهبود طعم، مزه و افزایش مدت نگهداری افزوده می‌گردد. نمک همچنین موجب افزایش قدرت یونی و در نتیجه بالابردن ظرفیت نگهداری آب خواهد شد.

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

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

**۵- نیتريت و نيترات:** استفاده از نيتريت و نيترات در خمير سويس و کالباس رنگ قرمز گوشت را تثبيت کرده، مانع از اکسيده شدن، فساد ميكروبي و قهوه‌اي يا خاکستري شدن محصول مي‌شود. در مصرف نيتريت بايد به مسأله سرطان‌زايي که در اثر ترکيب نيتريت با گروه‌هاي ثانوي آمين مطرح مي‌شود توجه کرد. اين مواد بيشتر در اثر دماي بالاتر از  $18^{\circ}\text{C}$  به وجود مي‌آيند و از اين رو استفاده از نيتريت براي انواع سويسيهائي که بايد سرخ شوند ممنوع است. استفاده از ويتامين C به ازاي هر ۱۰۰ کيلوگوشت ۵۰۰ ميلي گرم تشکيل مواد نيتروزامين را کم مي‌کند.

**۶- فسفاتهاي مجاز:** بيشتر از املاح سدیم و پتاسيم، اسيدپيروفسفيک به ميزان حدود ۵/۰ درصد استفاده مي‌شود. افزودن اين مواد علاوه بر تغيير pH و قدرت يوني گوشت، بر روي مواد چربي و پروتئيني اثر کرده، باعث پخش يکنواخت چربي در فرآورده و بهبود بافت آن مي‌شود. همچنين اين مواد به عنوان ماده نگهدارنده اثر کرده، مانع اکسيداسيون اسيدهاي چرب غيراشباع و رشد ميكروارگانيسمهاي عامل فساد مي‌گردند.

**۷- گلو تامات سدیم:** استفاده از اين ماده هنگام مصرف، موجب تحريك پرزهاي چشايي شده، مواد طعم دهنده فرآورده بهتر حس مي‌شوند و از طرفي بوي نامطلوبي را که در مراحل مختلف تهيه فرآورده ايجاد مي‌شود برطرف مي‌سازد.

**۸- مواد نگهدارنده:** براي پيشگيري از فساد فرآورده، طي مراحل مختلف از مواد نگهدارنده استفاده مي‌شود. مهمترين ماده نگهدارنده نيتريت سدیم به مقدار  $12^{\circ}$  قسمت در یک ميليون (P.P.m) است. همچنين در بيشتر کشورها از  $\text{SO}_2$  يا ايندريدسولفورو به ميزان  $45^{\circ}$  قسمت در یک ميليون (P.P.m) استفاده مي‌گردد. علاوه بر مواد بايد از نمکهاي اسيدهاي آلي خوراكي مانند نيترات، تارتارات، استات و لاکتات سدیم يا پتاسيم که داراي طعمي خنثي و قدرت يوني هستند به ميزان حداکثر ۳/۰ درصد نسبت به ميزان گوشت و چربي استفاده شود.

**۹- پرکننده‌ها:** پرکننده‌ها، اثرات متفاوتي روي فرآورده‌ها دارند. براي نمونه آرد و نشاسته در سفتي بافت و جذب آب و روغن اثر مطلوبي دارد. پروتئين سويا به مقدار حداکثر ۵ درصد اثر مفيدي بر روي بافت و قابليت برش دارد. کازئينات کلسيم باعث پخش بهتر چربي و تثبيت امولسيون مي‌شود که درنتيجه قابليت نگهداري را بيشتر مي‌کند. اين ماده علاوه بر مزايای بالا داراي کازئين است و افزودن آن به علت داشتن خاصيت چسبندگي سبب فرم گرفتن محصول خواهد شد.

مهمترين پرکننده‌ها عبارتند از: پروتئين سويا، پروتئين شير (کازئين)، پروتئين گندم (گلو تن)، پروتئين تخم مرغ (سفیده تخم مرغ، نشاسته و آرد سيب زميني)



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 مارتادلا 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٪
آب‌یخ	۲۲٪	۲۷٪	۱۹٪	۱۴٪	۱۸٪
بودر سیر	۱٪	۱٪	۱٪	۰/۵٪	۰/۵٪
تخم مرغ	—	—	—	۳٪	۳٪
کره	—	—	—	۱۲٪	۵٪
نیتريت و اسیداسکریک	—	—	۰/۷۷٪	—	—



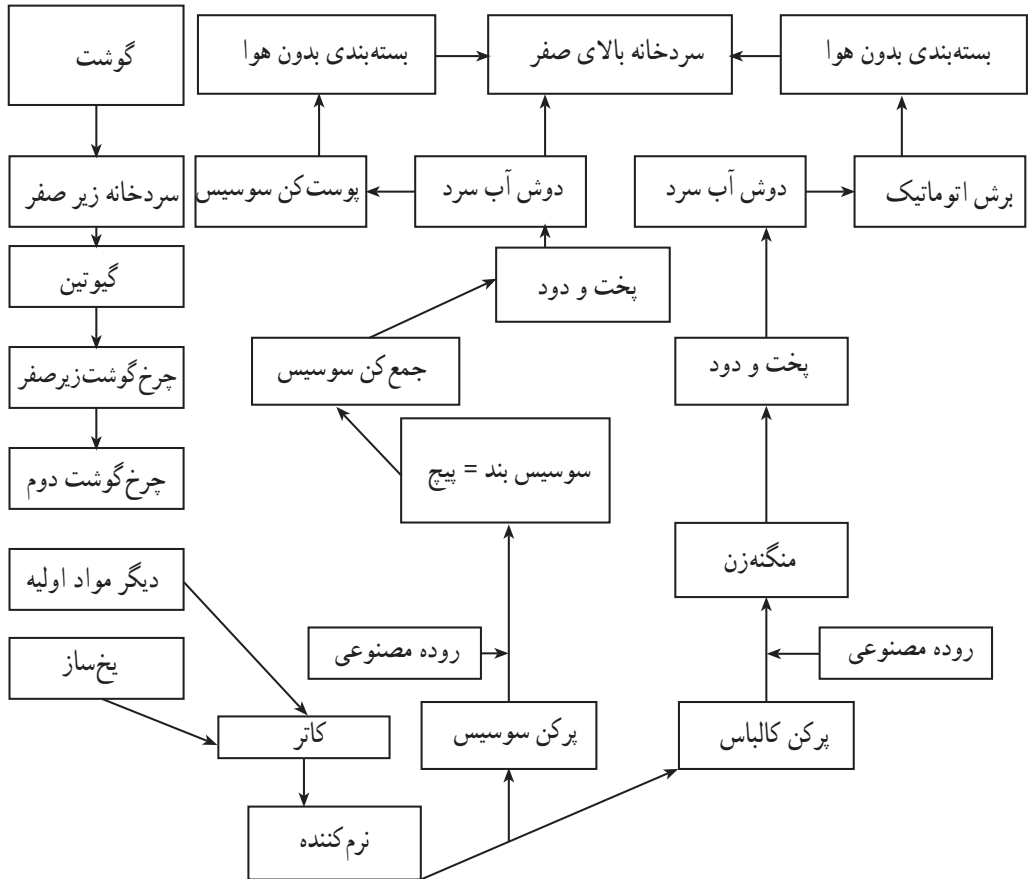
## روش مخلوط کردن اجزا و تشکیل امولسیون

پس از جدا کردن گوشت از استخوانها و چربیها آن را قطعه قطعه کرده، برحسب نوع فرآورده موردنظر به طور جداگانه یا آمیخته (به نسبت معین) در دستگاه خردکن اولیه یا خردکن درشت چرخ کرده، سپس در دستگاه خردکن نرم (کاتر) به ماده 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 (روده 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 مرحله 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 روزه 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 موردنظر 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 توأماً 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.