

### انبارهای نگهداری مواد غذایی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

- ۱- انواع انبار را نام ببرد.
- ۲- مشخصات سیلوهای زمینی را توضیح دهد.
- ۳- مزایای انبارهای فنی را توضیح دهد.
- ۴- مشخصات انبارهای مکانیزه را بیان کند.
- ۵- مشخصات سیلوهای هوایی را شرح دهد.
- ۶- اهمیت نگهداری سبزیجات و میوه‌جات در انبارهای اتمسفر کنترل شده را توضیح دهد.
- ۷- استفاده از محیط کنترل شده برای گازدهی کندوهای غلات را شرح دهد.
- ۸- روش‌های مورد استفاده در دفع آلودگی انبارهای نگهداری مواد غذایی را شرح دهد.
- ۹- انبارهای اتمسفر کنترل شده را تعریف کند.

### ۴- انواع انبار

#### ۴-۱- انبارهای ساده (سنتی)

از نظر تقسیم‌بندی جزو انبارهای معمولی روستایی محسوب می‌شوند، یا به عبارت دیگر بدون استفاده از وسایل سردکننده و وسایل اضافی می‌توان برخی از مواد مانند سیب‌زمینی، پیاز و ... را برای یک دوره میان مدت (کم‌تر از ۴ ماه) نگهداری نمود.

از ویژگی‌های آن‌ها، آسانی روش و اقتصادی بودن آن‌هاست، انواع آن عبارتند از :

الف - انبارهای خانگی با استفاده از زیرزمین‌های مسکونی

ب - انبارهای زیرزمینی

پ - انبارهای حفره‌ای یا مخروطی

ت - سیلوهای زمینی

ج - کندوهای سنتی

۱-۱-۴ - انبارهای زیرزمینی : ساختمان این انبارها با بلوک سیمانی و یا سنگ چین

صورت می‌گیرد. این ساختمان بایستی مقاومت کافی برای تحمل پوشش خاک به ضخامت ۹۰-۶۰ سانتی‌متر را که برای حفاظت در مقابل یخ‌زدگی در نظر گرفته می‌شود داشته باشد. ضخامت خاک بستگی به شرایط اقلیمی منطقه دارد. برای عایق‌کاری می‌توان از قشری از کاه و کلش و امثال آن نیز استفاده کرد.

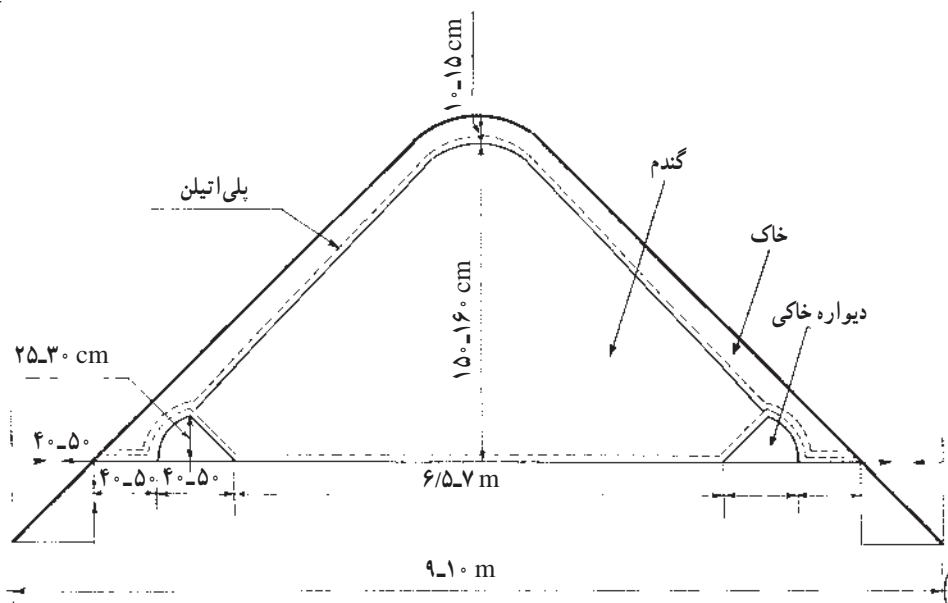
۲-۱-۴ - انبارهای حفره‌ای : این انبارها را بر روی زمین یا به عمق ۲/۵ - ۲ متر در

داخل زمین می‌سازند. زمینی که برای این منظور انتخاب می‌شود بایستی زهکشی شده و آب اضافی در آن باقی نماند ابتدا مقداری کاه و کلش و یا مشابه آن‌ها را بر روی زمین پخش می‌کنند و سپس سبب‌زمینی را به صورت توده مخروطی بر روی آن می‌ریزند، سپس مقداری کاه و کلش بر روی آن ریخته و سطح را با قشری از خاک به ضخامت ۸ تا ۱۰ سانتی‌متر که کوبیده شده و ذرات آن به هم چسبیده است می‌پوشانند. با فرارسیدن فصل سرما مقدار قشر خاک را افزایش داده و در اطراف توده مخروطی شکل جوی برای جریان آب و خارج کردن آن احداث می‌کنند. برای تهویه سبب‌زمینی در رأس مخروط یک روزنه ایجاد کرده و آن را با تخته سنگ می‌پوشانند.

۳-۱-۴ - سیلوهای زمینی : یکی دیگر از روش‌های انبارسازی غلات در جهان، به‌ویژه در

مراکزی که تولید در سطح وسیعی انجام می‌گیرد نگاه‌داری آن در فضای باز است که برای ذخیره‌سازی موقت به کار می‌رود. در این روش، ابتدا زمینی به طول ۲۱۰ متر و عرض ۲۷ متر انتخاب می‌کنند و پس از زیرسازی و شیب لازم را در نظر می‌گیرند و سپس روی آن آسفالت می‌ریزند و برای محصور نمودن دو طرف زمین، از بلوک‌های سیمانی به طول ۳ متر، ارتفاع ۹۰-۸۵ سانتی‌متر، ضخامت قسمت زیرین ۱۵ و بالایی ۱۰ سانتی‌متر مجهز به میله گرد می‌باشد. در برخی از بلوک‌های سیمانی، منافذی برای استقرار و ثابت نمودن چادرهای پلی‌اتیلن تعبیه می‌گردد. برای تخلیه گندم، ابتدا کامیون در مکان تعیین شده قرار می‌گیرد و محموله وارد مخزن می‌شود و به وسیله‌ی تسمه‌های حمل‌کننده که

به موتور ویژه متصل اند روی زمین تا ارتفاع حدود ۷ متر انباشته می‌شود. پس از این که گندم تخلیه گردید، روی آن با چادر مخصوص که از جنس پلی اتیلن است، پوشش داده می‌شود. به منظور جلوگیری از آلودگی، می‌توان بار را با قرص فسفید آلومینیوم حشره‌زدایی کرد. برای بارگیری گندم از روی زمین و انتقال بار به داخل کامیون، از ماشین ویژه‌ای که مجهز به ماریج یا انتقال‌دهنده‌ی حلزونی ست استفاده می‌گردد.



شکل ۱-۴- شمای سیلوی زمینی

با استفاده از سیلوهای زمینی، هزینه‌ی ساخت سیلوهای هوایی به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. البته این روش بیش‌تر در مواقعی استفاده می‌شود که مدت نگهداری کوتاه باشد.

۴-۱-۴- کندهای سنتی: این کندها که در اغلب نقاط ایران از گذشته‌های دور برای نگهداری غلات و آرد مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتست از استوانه‌هایی با قطرهای مختلف که از گل رس و مخلوط با موی بز ساخته می‌شوند.

بدین ترتیب که با خمیر گل رس که در آن موی بز ریخته‌اند حلقه‌هایی به نام 'گول' ساخته و می‌گذارند تا خشک شود.

چند گول آخر که برای انتهای بالایی کندو در نظر گرفته می شود به تدریج از قطرشان می کاهند تا این که دهانه بالایی کندو که درب ورودی آن را تشکیل می دهد قطر مورد نظر را پیدا کند تا راحت تر بتوان آن را مسدود نمود.

گول ها را پس از خشک شدن در محل مناسب و مسطحی که با خمیر گل رس مخلوط با موی بز به وسعت لازم اندود و آماده شده است به ترتیب روی هم قرار می دهند و سطوح داخل و خارج کندوی حاصل را با همان خمیر به ضخامت تقریبی ۲ سانتی متر اندود می نمایند و برای این که سطوح صاف و یکنواختی به دست آید، با یک بطری شیشه ای و یا یک سنگ استوانه ای صیقل شده آن را دسته می زنند «جسم مورد نظر را بر روی سطوح حرکات چرخشی می دهند.» سپس در انتهای کندوی ساخته شده سوراخی با قطر ۱۵-۱۲ سانتی متر تعبیه می نمایند که برای برداشتن ماده ذخیره شده در کندو هنگام احتیاج از آن استفاده می کنند.

این سوراخ به وسیله درپوشی که به صورت تویی و از جنس پارچه تهیه شده مسدود می گردد. برای درب ورودی کندو که در بالای آن قرار دارد از چوب یا ماده دیگری درپوش دایره ای شکل و هم قطر دهانه ساخته و بر روی آن قرار می دهند و پس از انباشتن کندو از غله برای نگهداری پس از این که درب را بر روی دهانه قرار داده و آن را مسدود کردند اطراف آن را برای بستن کامل گل می گیرند.

## ۲-۴- انبارهای فنی

در مناطق معتدل با شروع فصل پاییز و مناسب شدن دمای هوا در شب و کنترل تهویه در یک ساختمان غیر قابل نفوذ، می توان شرایط مناسبی را برای نگهداری مواد مانند سیب زمینی و پیاز و ... که در زمان یکسان برداشت می شوند فراهم کرد. این نوع انبار با دستگاه کنترل خودکار تهویه می شوند. شیوه کار آن است که وقتی هوای بیرون سردتر از هوای انبار است آن را به داخل می فرستند و زمانی که هوای بیرون گرم تر است هوای داخل انبار را به گردش درمی آورند. به علاوه این دستگاه طوری تنظیم شده است که از کاهش بیش از حد دما در داخل انبار جلوگیری می کند در این سیستم ممکن است هوا از طریق سطوح جانبی انبار پس از عبور از میان بسته های محصول، گردش کند.

### ۱-۲-۴- انبارهای فنی با وسایل پیشرفته: یکی دیگر از روش های نگهداری مواد غذایی

به ویژه بذرها و هم چنین مواد پودری، استفاده از انبارهای ویژه ای به نام «انبارهای مکانیزه» است که یک منظوره اند و بیش تر برای ذخیره سازی غلات مورد استفاده قرار می گیرند.

در انبارهای نیمه مکانیزه، تخلیه‌ی غله به وسیله‌ی لودر، جک‌های ویژه و یا دستگاه‌های مشابه دیگر صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر، در چنین انبارهایی تخلیه براساس نیروی ثقل انجام نمی‌گیرد. در حالی که تخلیه در انبارهای تمام مکانیزه با توجه به شیب ویژه کف انبار و به‌کارگیری فشار باد از طریق نقاله‌های ویژه‌ای که در عرض انبار محموله را انتقال می‌دهند صورت می‌پذیرد.

در انبارهای مکانیزه پس از این که غله وارد حفره‌ی تخلیه شد، با دستگاه‌های ویژه به نام بالابر به طرف بالا منتقل می‌شود و سپس وارد قسمت تقسیم‌کننده می‌گردد. این قسمت، غله را در امتداد طول توزیع می‌کند. تقسیم‌کننده به گونه‌ای در بالا مستقر گردیده است که با وجود نوسانات و حرکات کاسه‌های حمل‌کننده، عملیات تخلیه و توزیع و پرکردن انبار به سهولت و بدون دخالت دست انجام می‌گیرد.

در قسمت زیرین یا کف انبار و در جهت طولی آن، حفره‌ی تخلیه یا کانال تخلیه قرار گرفته است. تخلیه سایر قسمت‌های باقیمانده‌ی غله از طریق شیپار حمل‌کننده و نیز کف کاذب صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر، در داخل تونل یا کانال‌ها، نقاله‌هایی قرار دارند که می‌توانند گندم‌های کف انبار را تخلیه کنند و به قسمت بالابرها هدایت نمایند و سپس، آن را از طریق نقاله و یا لوله‌های مخصوص به بونکرهای صادرات و به داخل واگن قطار و یا کامیون انتقال دهند.

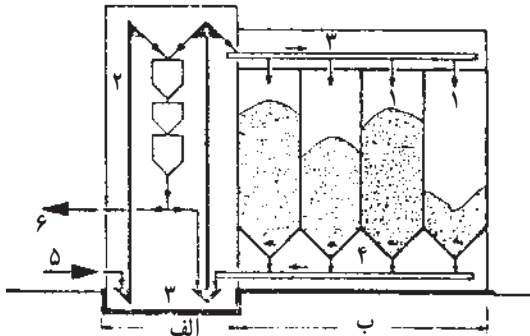
گفتنی است که از طریق شیپارهای حمل‌کننده‌ی مخصوص نیز می‌توان مبادرت به هواده‌ی غله نمود. گنجایش و ظرفیت ذخیره‌سازی گندم در انبارهای مکانیزه از ۱۰ تا ۳۰۰ هزار تن متغیر است.

## ۲-۲-۴- سیلوهای نگه‌داری :

به طور کلی سیلوها از دو قسمت عمده زیر تشکیل شده‌اند :

– برج کار که ماشین‌ها در آن قرار دارند.

– کندوها که در آن‌ها غلات و یا بذرها ذخیره می‌گردند.



- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| الف – برج کار       | ب – مجموعه کندوها     |
| ۱ – کندو            | ۲ – بالابر یا الواتور |
| ۳ – نقاله‌های توزیع | ۴ – نقاله‌های جمع‌کن  |
| ۵ – نقاله‌های بونکر | ۶ – نقاله‌های صدور    |

شکل ۲-۴- مجموعه سازه کندو

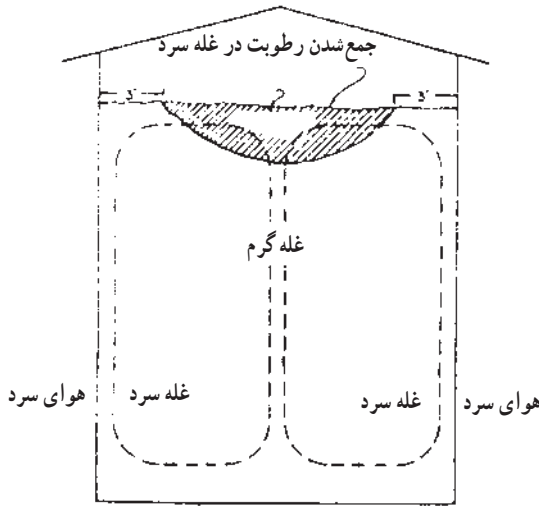
به طور کلی، جریان برداشت گندم تا انبار کردن و سپس مصرف آن، از مراحل زیر تشکیل شده است.

- ۱- انتقال گندم پس از برداشت از مزرعه به سیلوی مزرعه.
  - ۲- انتقال گندم از سیلوی مزرعه به سیلوی محلی.
  - ۳- انتقال و نگهداری گندم به سیلوی بزرگ منطقه برای نگهداری طولانی مدت.
  - ۴- انتقال گندم از سیلوی منطقه به محل های مصرف مانند کارخانه ی آرد.
  - ۵- انتقال گندم اضافی سیلوهای منطقه به قسمت سیلوهای صادراتی.
  - ۶- انتقال گندم وارداتی در سیلو پس از بوجاری به سیلوهای وارداتی.
  - ۷- انتقال گندم از سیلوهای وارداتی به سیلوهای منطقه ای یا محلی برای مصرف.
- مواد غذایی گیاهی، پس از برداشت همچنان به صورت موجودی زنده به تنفس خود ادامه می دهند و در نتیجه این تنفس گرما تولید می شود.

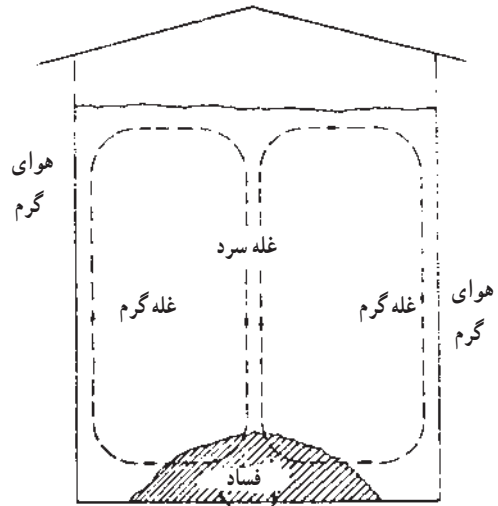
اگر غلات در شرایط نامناسب نگهداری شوند و تنفس آنها افزایش یابد مقداری گرما ایجاد می شود، توده غله گرم می شود و در اثر گرم شدن، دانه ها آسیب می بینند، چرا که گرم شدن غلات ممکن است با رشد کپک ها و سایر میکروارگانیسم ها که در سطح دانه و داخل پوشش های آن وجود دارند همراه است. گاهی رطوبت نسبی هوا و رطوبت حاصل از تنفس دانه ها و آفات انباری در نقطه ای از توده متمرکز شده و در مراحل بعد، تنفس و فعالیت آفات انباری در این نقاط بیش تر شده و موجب فساد می گردد.

برعکس اگر دمای محیط کم تر از دمای توده محصول باشد رطوبت هوا در نقطه ای از سطح محصول متراکم شده و با بالا رفتن رطوبت در این نقاط امکان فساد فراهم شده و بر اثر تشدید تنفس و فعالیت میکروارگانیسم و آفات انباری محصول فاسد می شود.

هم زمان ممکن است در اثر وجود نوعی جریان هوا در نقاطی از قسمت های میانی توده محصول، دما کاهش یافته و رطوبت هوا در آن نقاط متراکم شود و این عمل زمانی بیش تر می شود که توده محصول دچار حشره زدگی شده باشد.



الف - نمایش تأثیر هوای سرد محیط بر جریان هوا در توده‌ی نگهداری شده



ب - نمایش تأثیر هوای گرم محیط بر جریان هوا در توده‌ی نگهداری شده

#### شکل ۳-۴

در سیلوهای فلزی اگر دمای محیط بیرون به مدت طولانی، از دمای توده محصول درون سیلو بیش‌تر باشد در بخش‌های نزدیک به کف ممکن است رطوبت دانه‌ها افزایش یافته و سبب فعالیت میکروارگانیسم، تخمیر و فساد گندم شود. برای کاهش پدیده تراکم بخار آب می‌توان سطح بیرونی سیلوهای فلزی را با رنگ سفید اندود کرد. این کار سبب برگردانیدن پرتوهای خورشید شده، در نتیجه از گرم شدن داخل سیلو تا اندازه‌ای جلوگیری خواهد شد. آسیب واردآمده به پوشش دانه مواد غذایی چه در اثر عوامل مکانیکی و یا حشرات بروز کرده باشد به فساد محصول در انبارها کمک می‌کند. ثابت شده است که دانه‌های شکسته بیش‌تر از دانه‌های سالم تنفس می‌کنند.

آسیب‌های فیزیکی باعث می‌شود که عوامل آلوده‌کننده بهتر و سریع‌تر به مواد غذایی دسترسی یابند و خسارت وارد کنند. دانه‌های گرما دیده، سرمازده، نارس و جوانه‌زده نیز نسبت به دانه‌های سالم تنفس زیادتری دارند و بیش‌تر در معرض حمله آفات و عوامل قارچی و فساد قرار می‌گیرند.

غلات در مدت رفع آلودگی انبارها تحت تأثیر عوامل مختلف قرار می‌گیرند از مهم‌ترین این عوامل می‌توان به رطوبت، دما، تهویه، شرایط آب و هوایی، وضعیت سیلو یا انبار، کیفیت دانه و آفات انباری اشاره نمود.

در بین عوامل آلوده‌کننده در انبارها، حشرات، کنه‌ها، موش‌ها و قارچ از اهمیت ویژه‌ای

برخورد دارند که از نظر کمی و کیفی و بهداشتی به غلات نگهداری شده در سیلوها و انبارها صدمه وارد می‌کنند. از نظر اهمیت آفات انباری و نقشی که در اقتصاد و بهداشت دارند، لازم است با استفاده از روش‌های مناسب برای کنترل و مبارزه با آفات انباری اقدام نمود. در مرحله اول باید تمام برنامه‌ها و اقداماتی را به کار بست که باعث پیش‌گیری از بروز آلودگی می‌شود.

پیش‌گیری از آلودگی، یکی از مهم‌ترین عوامل در حفظ و نگهداری گیاهان در انبارهاست و عملیات پیش‌گیری همیشه از مبارزه با آفات آسان‌تر و مقرون به صرفه‌تر خواهد بود. این اقدامات می‌باید از زمان برداشت محصول و در هنگام جابه‌جایی و در طول مدت ذخیره‌سازی انجام شود و تا مصرف نهایی ادامه یابد. در زمینه‌ی پیش‌گیری، رعایت نکات زیر حایز اهمیت است:

— برای انبار نمودن گیاهان سالم باید محصول پیش از ورود به انبار مورد کنترل قرار گیرد و در صورت مشاهده‌ی هرگونه آلودگی از قارچی یا حشرات، از مخلوط آن‌ها با محصول سالم خودداری شود.

— همه روزه تمام بهرهای موجود در انبارها بررسی و بازدید شود و در صورت مشاهده‌ی آلودگی یا فساد نسبت به جداسازی و سالم‌سازی آن اقدام گردد.

— برنامه پاکسازی محیط انبار به طور مداوم انجام شود و گرد و غبار پراکنده که محل مناسبی برای تغذیه و تولید مثل آفات انباری است جمع‌آوری و از محیط خارج گردد.

— اصول صحیح طبقه‌بندی در انبارها رعایت شود و فاصله‌ی کالا با دیوارها و بین ردیف‌ها و هم‌چنین بین طبقه و زمین در نظر گرفته شود. به طوری که رفت و آمد کنترل و حشره‌زدایی به نحو مطلوب امکان‌پذیر باشد.

— جدار داخلی انبارها و کندوهای نگهداری غلات پس از هربار تخلیه بازدید شود و در صورت چسبندگی، نسبت به رفع آن اقدام گردد.

— رطوبت به طور روزانه کنترل شود تا در صورت افزایش نسبت به تهویه، دَوَران و جابه‌جایی آن اقدام شود.

در هر نوبت که سیلو یا انبار خالی می‌شود پس از نظافت کامل، تمام سطوح انبار و طبقات سیلو با حشره‌کش‌های مجاز به طور منظم سم‌پاشی شود.

۳-۲-۴- انبارهای اتمسفر کنترل شده CA<sup>۱</sup>: انبارهای اتمسفر کنترل شده از انبارهایی هستند که با کنترل و تنظیم گازهای موجود در هوای آن می‌توان میزان قابلیت نگهداری مواد غذایی را افزایش داد.



در حال حاضر استفاده از این نوع انبار برای نگهداری مواد غذایی به ویژه سبزی‌ها و میوه‌ها در بیش‌تر کشورها رایج است.

به طوری که اشاره شد در اثر متابولیسم و تنفس بعضی از مواد غذایی در طول مدت نگهداری در انبار مقدار اکسیژن هوا کاهش یافته و مقدار گاز کربنیک و گازهای دیگر افزایش می‌یابد. با توجه به این که در این انبارها عمل تهویه انجام نمی‌گیرد، این تغییرات سبب خرابی و کوتاهی عمر نگهداری مواد غذایی می‌شود.

بنابراین برای جلوگیری از این وضعیت گازهای هوای انبار را به طور دلخواه و به نفع محصول تغییر می‌دهند و در پاره‌ای از موارد حتی هوای آن را خارج کرده و به جای آن هوای تازه و با ترکیب مورد نظر وارد فضای انبار می‌نمایند و از این راه گازها را کنترل می‌کنند و در صورت لزوم برای جلوگیری از ورود گازهای خارجی به داخل انبار در هوای انبار را طوری تعبیه می‌نمایند که غیر قابل نفوذ گازها باشند.

برای این منظور درهای انبار را از ورقه‌های فلزی و یا مواد ساختمانی دیگری که درزهای آن قیراندود شده باشد می‌سازند که در اثر انقباض و انبساط دارای حالت الاستیک بوده و غیر قابل نفوذ باقی می‌ماند.

البته در مورد انبارهای کوچک می‌توان سلوفان و پلی اتیلن نیز استفاده نمود. برای جلوگیری از تنفس مواد غذایی در این انبارها مقدار گاز دی‌اکسید کربن که گاهی به ۱۰ درصد نیز می‌رسد به هوای انبار اضافه کرده و با این عمل عمر نگهداری را طولانی می‌کنند برای نمونه نگهداری گوشت منجمد در سردخانه‌هایی که هوای آن ۱۰ درصد گاز دی‌اکسید کربن دارد عمر نگهداری آن را دو برابر می‌نماید.

گاز کربنیک با بعضی از سبزیجات و میوه‌جات سازگار نیست و باید آن را از اتمسفر انبارهای اتمسفر کنترل شده در هنگامی که این گونه مواد در آن‌ها نگهداری می‌شود خارج کرد. در این موارد هوای انبار را از بستری از مواد شیمیایی<sup>۱</sup> عبور می‌دهند تا گاز دی‌اکسید کربن اتمسفر انبار کاهش یابد.

این عمل را با عبور دادن هوای انبار از روی کیسه‌های محتوی هیدروکسید کلسیم و یا منواتانول آمین و یا تری اتانول آمین نیز انجام می‌دهند.

به طوری که اشاره شد در اثر تنفس برخی از غذاها مقداری گاز اتیلن به وجود می‌آید که سبب زود رسیدن میوه در انبار شده و قابلیت نگهداری آن را کاهش می‌دهد. لذا برای خنثی کردن این گاز هوای انبار را توسط پمپ تخلیه داخل ظرفی می‌کنند که دارای دو روزنه ورودی و خروجی می‌باشد و داخل آن را مقداری ذغال فعال<sup>۱</sup> همراه با برومین<sup>۲</sup> ریخته شده است. جریان هوا با فشار از روزنه ورودی داخل ظرف شده و از روزنه خروجی خارج می‌گردد با این تفاوت که دیگر این هوا گاز اتیلن ندارد زیرا که ذغال فعال آن را به خوبی جذب می‌کند.

پس از مدت کوتاهی ذغال فعال در اثر رطوبت قدرت خود را از دست داده و دیگر نمی‌تواند به خوبی گاز اتیلن را جذب نماید به همین منظور باید آن را به موقع عوض کرد. برای جلوگیری از ایجاد لکه‌های رنگی روی میوه در طول مدت نگهداری در انبار از دی‌فنیل آمین<sup>۳</sup> استفاده می‌گردد.

لازم به یادآوری است که میوه‌ها و سبزی‌ها را پس از برداشت هر چه سریع‌تر داخل انبار گذاشته شود زمان قابلیت نگهداری و کیفیت آن مطلوب‌تر خواهد بود.

بررسی‌های انجام شده در مورد نگهداری مواد غذایی نشان‌گر این واقعیت است که سرد کردن سریع میوه و سبزی پس از برداشت سبب کمک به حفظ کیفیت محصول می‌شود، زیرا این عمل موجب کاسته شدن واکنش‌های متابولیکی شده و سبب بالا بردن کیفیت و زمان قابلیت نگهداری محصول می‌شود.

## تأسیسات و تجهیزات انبارهای نگهداری مواد غذایی

- قپان و تجهیزات لازم برای کامیون و قطار
- تجهیزات لازم برای تخلیه غلات وارده
- ترانسپورتر یا حمل‌کننده و بالابرهای کاسه‌ای و لوله‌های خودریز گندم
- تجهیزات بوجاری
- دستگاه‌های قرص‌گذاری و حشره‌زدایی و همچنین اتاق ویژه حشره‌زدایی
- سیستم خشک‌کردن
- سیستم تهویه و هوادهی
- سیستم بسته‌بندی، کیسه‌دوزی و صادرات غله به صورت کیسه

۱- Active Coal

۲- Bromine

۳- Diphenylamine

- باسکول توزین مواد
- سیستم کنترل دما و دستگاه‌های هشداردهنده
- دستگاه‌های تولید باد
- مخازن یا بونکر موادی که خارج می‌شوند.
- تابلو برق و سیستم‌های کنترل فرمان

## بهداشت انبارهای نگهداری

### روش‌های رفع آلودگی

روش‌های مورد استفاده در رفع آلودگی به سه شیوه‌ی مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی تقسیم می‌شود.

۱– روش مکانیکی: در این روش، از دستگاه‌های مکند، الک‌ها، جریان هوا و یا ماشین‌های ویژه که برای جداسازی آفات از غلات ساخته شده‌اند مانند آتولتر<sup>۱</sup> استفاده می‌شود.

۲– روش فیزیکی: در این شیوه، با استفاده از گرما، سرما و اشعه یونیزه‌کننده با آفات مبارزه می‌شود، زیرا همه آفات انباری، حشرات، کنه‌ها و قارچ‌ها نسبت به سرما و گرمای زیاد حساس‌اند و قادر به فعالیت نیستند. براین اساس با بهره‌گیری از سیستم‌های گرمازا و یا سرمازا، آفات انباری کنترل و با آن‌ها مبارزه می‌شود ولی به علت بالا بودن هزینه، در مورد آفات انباری به ویژه غلات، کاربرد آن مقرون به صرفه نیست.

۳– روش شیمیایی: این شیوه یکی از مؤثرترین روش‌ها برای مبارزه با آفات انباری است. آفت‌کش‌ها انواع مختلفی دارند و آن دسته از آفت‌کش‌ها که برای از بین بردن آفات انباری به کار می‌روند به روش زیر مصرف می‌شوند:

– ترکیبات شیمیایی یا آفت‌کش‌های مجاز که به صورت امولسیون یا سوسپانسیون برای سم‌پاشی سطوح و فضاهای انبارها و سیلوهای خالی به کار برده می‌شود.

– دودزها<sup>۲</sup> یا سموم تنفسی که برای دوددهی و حشره‌زدایی مستقیم غلات آلوده به آفات انباری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

– سم‌پاشی مستقیم روی گیاهان و به ویژه غلات با مصرف حشره‌کش‌های مجاز با دُز معین. رعایت شرایط بهداشتی در انبار، از نکات ضروری است. با گذشتِ مدت زمانی از بهره‌گیری

از سردخانه، حتی اگر دمای آن زیر  $5^{\circ}\text{C}$  باشد، کپک‌ها در سطح بسته‌ها و روی دیوارها و سقف اتاق شروع به رشد می‌کنند. در این حالت، لازم است اتاق‌های سردخانه و انبارها باید در فاصله‌های زمانی تمیز و سالم‌سازی شوند.

سردخانه و انبار بهتر است موقعی تمیز شود که اتاق‌ها خالی باشند. کف اتاق باید از همه‌ی مواد آلوده‌کننده پاک شود. چنان‌چه دیوارها، سقف و کف، دچار کپک‌زدگی شده باشند، باید ماده‌ی تمیزکننده را روی سطوح مالیده و پس از شست‌وشو با آب، آن را با جریان هوا خشک کنند. در مواردی بو یا ترکیبات فرار در ایجاد بوهای نامناسب و فساد دخالت دارند که باید هوا را تصفیه کرد. برای این کار از ذغال فعال پوست نارگیل استفاده می‌کنند. بیش‌ترین محل مصرف این ذغال، انبارهایی است که هوای کنترل شده دارند. این ذغال، بوهای نامطلوب را جذب می‌کند. میوه‌ها و سبزی‌ها در خلال رسیدن، مواد فرار تولید می‌کنند که در اتمسفر انبار پراکنده می‌شوند. برخی از آن‌ها با تصفیه‌ی هوا جدا می‌شوند اما اتیلن با ذغال فعال جدا نمی‌شود.

## آفات انباری

زیان‌هایی که آفات مختلف در کشتزارها به محصولات کشاورزی وارد می‌کنند، اغلب به آسانی قابل تشخیص و تخمین‌اند. در صورتی که در محیط انبارها، فعالیت آفات و زیان‌های آن‌ها در بیش‌تر موارد، از دید اشخاص عادی پنهان می‌ماند و به سادگی تشخیص داده نمی‌شود. علت این امر، به عادات و رفتار این جانوران مربوط است که اغلب ترجیح می‌دهند در تاریکی و در گوشه و کنار انبار به حالت پنهان به کار خود ادامه دهند. به همین دلیل است که فرآورده‌های غذایی و صنعتی در انبارها بیش‌تر از طبیعت دست‌خوش حمله‌ی آفات شده، از بین می‌روند.

بعضی از آفات مانند بید غلات و سوسک‌های حبوبات، در مزرعه و هنگام رسیدن محصول آن‌را آلوده می‌کند و پس از برداشت محصول، به انبارها راه پیدا کرده، بقیه زندگی خود را در این مکان‌ها که محیط مناسبی برای فعالیت آن‌ها هستند می‌گذرانند.

برابر گزارش سازمان خواروبار کشاورزی جهانی زیان‌هایی که این آفات در انبارها، در سطح جهانی و تنها به غلات وارد می‌کنند، هر سال به حدود ده درصد محصول برداشت شده می‌رسد.

آفات انباری در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر جهان، به علت مناسب بودن شرایط آب و هوایی از یک‌سو و نبودن انبارهای مجهز به وسایل کافی مبارزه از سوی دیگر، بیش از دیگر مناطق، به محصولات زیان وارد می‌کنند. به‌طور کلی زیان‌هایی را که به محصولات انباری وارد می‌شود می‌توان

به سه نوع تقسیم کرد :

۱- زیان‌های کمی : خسارات کمی، عبارت از کم‌شدن وزن محصول در اثر تغذیه‌ی آفات در مراحل رشدی مختلف است. طبیعی‌ست هرچه جمعیت آفت بیش‌تر شود مقدار خسارت نیز بیش‌تر خواهد شد. برای نمونه یک موش سیاه در یک روز شصت گرم و در سال بیست و دو کیلوگرم دانه می‌خورد. اگر این موش به جای دانه از نان تغذیه کند مقدار مصرف سالانه‌ی آن به سی و هفت کیلوگرم نان خواهد رسید. با توجه به این که هر موش سیاه ماده در سال دو تا سه بار می‌زاید و هر بار ۶ تا ۱۲ نوزاد به دنیا می‌آورد، می‌توان به روند افزایش جمعیت این جانور و میزان خسارت کمی آن پی‌برد.

۲- زیان‌های کیفی : تغییر و دگرگونی در کیفیت محصول است که در بیش‌تر موارد به دنبال خسارت کمی پدید می‌آید. در اثر حمله آفات و رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها و یا به علت افزایش دما و رطوبت در انبار، ارزش غذایی و صنعتی محصول کاهش می‌یابد. در خسارت کیفی، ترکیبات شیمیایی، رنگ و مزه مواد دگرگون شده، در نتیجه ارزش تجارتي آن‌ها به شدت پایین می‌آید و گاهی نیز محصول به طور کلی بی‌مصرف می‌شود.

۳- زیان‌های بهداشتی : زیان‌های کیفی که بر اثر فعالیت آفات مختلف مانند حشرات، کنه‌ها و موش‌ها به محصولات انباری وارد می‌شود ممکن است سلامت مصرف‌کننده را به خطر بیندازد.  
کنترل آفات : هنگام دریافت محصول برای نگهداری در انبارها اگر آزمون‌ها و یافته‌های بازرسی‌ها، میزان آلودگی به آفات را بیش از اندازه‌ی مجاز نشان دهد باید با یکی از روش‌های معمول نسبت به کنترل آن اقدام نموده و این عمل نیز باید توسط متخصصین مربوطه انجام گیرد.

## استفاده از محیط کنترل شده برای گازدهی کندوهای غلات

هوادهی دوباره یا کاربرد با فشار هوا جهت فرستادن پیکرین (گازهای ضدعفونی‌کننده) در کندوهای غلات از حدود ۴۰ سال قبل تاکنون مورد عمل بوده و همه تکنولوژیست‌های غلات با روش‌های مختلف آن آشنایی دارند.

در سال ۱۹۲۲ MOFFETT روش هوادهی مجدد با گاز اسید هیدروسیانیک را به ثبت رساند و در دهه ۱۹۳۰ شرکت دیگش آلمان Degesch هوادهی با گاز متیل بروماید را معرفی کرد.

در سال ۱۹۵۰ Phillips روش فوق را تکمیل کرد و تکنیک کاربرد تجارتي آن را در ایالات جنوبی آمریکا عملی ساخت.

به تحقیق می‌توان گفت که کلیه گازهای ضدعفونی‌کننده نظیر :

اسید هیدروسیانیک، کلروپیکرین، اکسیداتیلن و گاز کربنیک و ضدعفونی کننده های مایع محتوی اتیلن دی بروماید، اتیلن دی کلراید بی سولفید کربن، تراکلورورکربن و متیل بروماید و در حال حاضر فستوکین (فسفید آلومینیوم) در روش همراهی مجدد مورد استفاده قرار گرفته است، اما همه آن ها مناسب برای این منظور نمی باشد.

علی الاصول لازم است که از کاربرد گازهای ضدعفونی کننده قابل اشتعال حذر کرد و از انتخاب گازهای با قابلیت جذب زیاد نظیر اسید هیدروسیانیک کلروپیکرین، اتیلن دی بروماید و اتیلن دی کلراید حتی المقدور اجتناب کرد.

سایر گازها که دارای خاصیت جذب کم تر می باشد مانند، متیل بروماید و ضدعفونی کننده های مایع محتوی بی سولفید کربن و تراکلورورکربن و فسفید آلومینیوم و منیزیم را می توان با موفقیت زیاد مورد استفاده قرار داد.

خصوصیات فنی و طرز طراحی دستگاه ها و همچنین روش های کاربرد هر یک از مواد شیمیایی با یکدیگر متفاوت است.

هوای قابل کنترل برای گازدهی در اراده و اختیار مسئول مربوطه است چه وی می تواند عمل ضدعفونی را به میل خود آغاز و متوقف سازد.

هوادهی مجدد – هوادهی با فشار – هوادهی یک طرف به سادگی طرق مختلفی است که داده می شود.

گازهای ضدعفونی کننده به روش های مختلف وارد جریان هوا شده و مخلوط هوا و گاز را در تمام قسمت ها و بخش های کندو یا انبار منتشر می سازد.

در هر یک از روش های فوق می توان هوا را از بالا به طرف پایین کشید و یا از پایین به طرف بالای کندو فشار داد هنگامی که هوا از بالا به طرف پایین کشیده می شود این تمایل وجود دارد که مسیر هوا از دیواره کندو به طرف مستقیم تهویه منحرف شود، این امر موجب ایجاد فشار منفی و در نتیجه خلأ جزئی در محیط زیرین انبار یا کندو می گردد که به رقیق تر شدن غلظت گاز در آن منطقه خواهد انجامید.

کشیدن هوا به طرف پایین و بالا موجب حرکت شدید هوا از سیستم تهویه به سمت دیوارهای طرف مقابل و انتشار بهتر آن در محیط تحتانی کندو بین سیستم های تهویه است.

در این روش مناطق بالایی نقاط ضعیف از لحاظ هوادهی به شمار می رود که به سهولت می توان آن را ترمیم و جبران کرد.

گازدهی یک طرفه نیز از روش‌های هوادهی به شمار می‌رود که بدون لوله بازگشت می‌باشد، در این روش تعیین زمان دقیق اختلاط گاز با هوا به سختی امکان‌پذیر است که به نتایج نامطلوب منتهی می‌شود. کشیدن هوا به طرف پایین دارای مزایای متعددی است چون کنترل گاز ضدعفونی‌کننده را بهتر امکان‌پذیر می‌سازد.

استفاده از گازدهی با روش فشار در بسیاری از موارد بهترین روش انتخابی به شمار می‌رود.

با تعویض مخلوط هوا و گاز در داخل غله غلات از ۱ تا ۳ بار موجبات انتشار یکنواخت گاز که از ویژگی‌های این سیستم است فراهم می‌شود.

در صورت غیرمنظم و متناوب بودن ذخیره‌سازی شاید لازم باشد که این تعویض در پاره‌ای از بخش‌های کندو و یا انبار به ۶ بار افزایش یابد تا یکنواختی لازم در کل سیستم به وجود آید. افزایش کار هواکش‌ها افزون‌تر از ۶ بار می‌تواند به جذب بیش‌تر گاز و یا هدر رفتن گاز منجر شود. انتشار مخلوط هوا و گاز توسط سیستم تهویه که در قسمت زیرین و یا اطراف کندوهای سیلو قرار دارد، صورت می‌پذیرد.

لوله بازگشت از بالای کندو و به طرف دمنده<sup>۱</sup> نقش مهمی در انتشار گاز ندارد و دو کار مهم آن شامل بازگرداندن گاز و هوای قسمت فوقانی به سیستم هوادهی است که در غیراین صورت به خارج از محیط متصاعد می‌گردد و از طرف دیگر تأمین هوای لازم برای ادامه کاردهنده می‌باشد.

محاسبه و اندازه‌گیری میزان تعویض هوا در حد مورد انتظار به چند طریق امکان‌پذیر است. زمان این تعویض براساس نوع گازهای ضدعفونی‌کننده تعیین می‌شود:

در ارتباط با دما و میزان رطوبت، قرص‌های ۳ گرمی فسفید آلومینیوم (فوستوکسین) حداکثر میزان گاز را در طول ۱۹ تا ۳۰ ساعت متصاعد می‌سازد، این مسأله سبب گردیده که جریان خیلی آهسته در طول ۸ تا ۲۴ ساعت برای تعویض هوا به‌طور مؤثر پیشنهاد می‌شود.

شرکت بین‌المللی دکش روش جریان آهسته هوا برای گازدهی را ابداع کرده است.

در این روش انتشار متوازن گاز در تمام قسمت‌های انبار و کندوها تا عمق امکان‌پذیر می‌باشد و غلظت گاز از ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ PPM در نقطه آغاز گازرسانی است که میانگین آن بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ PPM در تمام کندو بوده و مدت ۸ تا ۲۴ ساعت همین غلظت حفظ خواهد شد.

## خودآزمایی

- ۱- انواع انبارهای نگهداری مواد غذایی را نام ببرید.
- ۲- انبار با هوای کنترل شده دارای چه شرایطی است؟
- ۳- تخلیه در انبارهای نیمه مکانیزه چگونه صورت می‌گیرد؟
- ۴- سیلوهای زمینی غلات چه مشخصاتی دارند؟
- ۵- در برج سیلو، چه فعالیت‌هایی صورت می‌گیرد؟
- ۶- دلایل اهمیت نگهداری سبزی‌ها و میوه‌ها در انبارهای اتمسفر کنترل شده را بنویسید.
- ۷- از تأسیسات و تجهیزات مورد نیاز در سیلو، هشت مورد را نام ببرید.
- ۸- گندم از مرحله‌ی برداشت تا انبار کردن چه مراحل‌ی را طی می‌کند؟
- ۹- روش‌های مورد استفاده در رفع آلودگی غلات را بیان کنید.
- ۱۰- برای رفع آلودگی به روش مکانیکی از چه وسایلی استفاده می‌شود؟
- ۱۱- زبان‌هایی که به وسیله‌ی آفات انباری به غلات وارد می‌شوند را بیان کنید



### سردخانه‌های نگه‌داری مواد غذایی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند:

- ۱- سیستم‌های تبریدی و اساس عمل آن‌ها را شرح دهد.
- ۲- سرمازاهای جدید سازگار با محیط زیست را توضیح دهد.
- ۳- سیستم‌های تبریدی مکانیکی را توضیح دهد.
- ۴- اجزای تشکیل‌دهنده‌ی یک دستگاه سرمازای مکانیکی را نام ببرد.
- ۵- انواع کمپرسورها را نام ببرد.
- ۶- انواع کندانسورها را توضیح دهد.
- ۷- طرز کار اواپراتور را شرح دهد.
- ۸- روش‌های رایج برفک‌زدایی به‌طور ساده را توضیح دهد.
- ۹- سیستم تبرید جذبی را توضیح دهد.
- ۱۰- انجماد از طریق تماس مستقیم مواد غذایی با مبرد (روش کرایونیک) را شرح دهد.
- ۱۱- ضدعفونی کردن سردخانه و انبار را شرح دهد.
- ۱۲- نکاتی را که در حفظ بهداشت انبارها و سردخانه‌ها حایز اهمیت هستند، شرح دهد.
- ۱۳- نشأت از مبردها را توضیح دهد.
- ۱۴- صدمات ناشی از نشأت گاز آمونیاک را بر روی محصولات غذایی شرح دهد.
- ۱۵- تأثیرات آمونیاک بر بدن انسان را توضیح دهد.

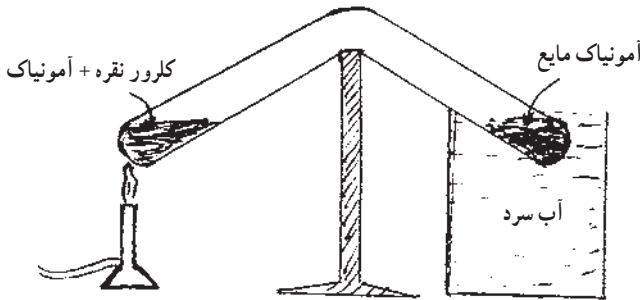
## ۵- سیستم های سردخانه

### ۵-۱- سیستم های سرمازا

در بسیاری از موارد برای نگهداری مواد غذایی فسادپذیر مانند انواع گوشت و فرآورده های شیر نمی توان از انبارهای ساده یا فنی یاد شده در فصل پیش استفاده نمود و لازم است از دمای پایین تر نزدیک صفر یا زیر صفر استفاده شود و برای این منظور بایستی از سیستم های سرمازا استفاده نمود که اساس تولید سرما در مهم ترین آن ها عبارتند از :

۵-۱-۱- مخلوط های مواد شیمیایی سرمازا : با استفاده از اختلاط برخی مواد شیمیایی و واکنش های سرمازای بین آن ها می توان سرمای لازم را برای نگهداری موقت مواد غذایی تولید کرد. به عنوان مثال مخلوط پتاس و یخ  $1/5^{\circ}\text{C}$ ، کلرور کلسیم و یخ  $4^{\circ}\text{C}$ ، استات آمونیم و آب  $15/5^{\circ}\text{C}$ ، کلرور سدیم و یخ  $25/5^{\circ}\text{C}$  و اسیدازتیک و یخ  $34/5^{\circ}\text{C}$ .

۵-۱-۲- کاهش فشار گاز متراکم : در صورتی که گاز کربنیک را تحت فشار قرار دهیم مقداری گرما آزاد می شود و چنان چه فشار را کاهش دهیم گرما را از محیط اطراف گرفته و موجب سرد شدن محیط می گردد.



شکل ۵-۱

۵-۱-۳- تغییر حالت گازها : برای نمونه در این روش، پس از حرارت دادن کلرور نقره و آمونیاک، بخارات آمونیاک از محلول خارج شده، در سمت دیگر با استفاده از کاهش دما به وسیله آب سرد، به حالت مایع درمی آید. در این آزمایش هنگام دور کردن منبع گرمایی و آب سرد از دو طرف، آمونیاک مایع شروع به جوشیدن کرده، اطراف لوله به سرعت یخ می زند. واضح است که اگر آمونیاک مایع را از یک دستگاه تبخیر کننده عبور دهیم، مایع با جذب حرارت موادی که در داخل تبخیر کننده قرار

دارند به بخار تبدیل شده، هم زمان مواد مورد نظر سرد می‌گردد و گاز آمونیاک از دستگاه خارج می‌شود. اما به دلایلی مانند خطر آلودگی محیط زیست، عوارض نامطلوب بر روی نیروی انسانی و هزینه‌ی بسیار بالا ناچار به جمع‌آوری مجدد مواد سرمازا و تبدیل آن‌ها به مایع هستیم تا بتوان دوباره آن‌ها را در یک چرخه‌ی بسته، به کار گرفت، پایه‌ی اصلی به وجود آمدن چرخه‌های سرمازا گردید.

## ۲-۵- مواد سرمازا

عامل اصلی در سیستم تولید سرما، مواد سرمازا هستند. این مواد باید دارای ویژگی‌هایی باشند تا امکان استفاده از آن‌ها در یک سیستم تولید سرما وجود داشته باشد. به‌طور کلی هر ماده‌ی سرمازا باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- ۱- نقطه‌ی جوش پایین در شرایط محیط
- ۲- گرمای نهان تبخیر زیاد
- ۳- تولید بخار متراکم با دانسیته پایین
- ۴- غیر سمی بودن
- ۵- اشتعال ناپذیری
- ۶- سازگار با روغن‌های صنعتی
- ۷- خورنده نبودن
- ۸- قابلیت جداسازی از آب
- ۹- دمای بحرانی بالا
- ۱۰- نداشتن میل ترکیبی با هوا
- ۱۱- سهولت شناسایی محل نشت

نقطه جوش پایین، باعث افزایش در سرعت تولید سرما و رسیدن به دماهای کمتری خواهد شد. گرمای نهان تبخیر زیاد، حجم مایع سرمازای مورد استفاده را کاهش می‌دهد و می‌توان حجم کلی سیستم را کاهش داد. تولید بخار متراکم با دانسیته پایین، حجم دستگاه‌های فشرده‌کننده یا کمپرسور را کاهش می‌دهد و سازگاری با روغن هم به دلیل امکان اختلاط مواد سرمازا و روغن‌های صنعتی در دستگاه‌های مختلف، به خصوص کمپرسورهاست.

دمای بحرانی بالا برای ایجاد سرمای بیشتر مناسب است. آمونیاک، خواص انتقال گرمای بسیار مناسبی دارد. گرمای نهان تبخیر آن بسیار بالا و دانسیته‌ی بخار آن بسیار کم است، بدین معنی

که آمونیاک در حجم مساوی با سایر سرمازاها، مقدار بسیار بیشتری گرما را جذب می کند تا تبخیر شود ولی در عین حال، بخارات تولیدشده، تراکم بیشتری نسبت به سایر سرمازاها دارد.

برعکس، آمونیاک خورنده، اشتعال پذیر و در صورت تماس با انسان یا مواد غذایی، سمی به شمار می رود. به همین دلیل در لوله های مسی قابل استفاده نیست و باید در سیستم های تمام استیل به کار گرفته شود. دی اکسید کربن غیر سمی و اشتعال ناپذیر است ولی به سیستم هایی با فشار بالاتر نیاز دارد. این گاز در دستگاه های سرد کننده کشتی ها مورد استفاده قرار می گیرد. سرمازاهای هالوژنه غیر سمی و اشتعال ناپذیر هستند خواص سرمازایی مناسب و قیمت ارزانی هم دارند. به همین سبب و با وجود قابلیت انحلال در روغن ها، مورد استفاده وسیعی دارند. در یخچال ها و فریزرهای خانگی مورد استفاده قرار می گیرند و با مسیرها و اتصالاتی از جنس مس سازگاری دارند. البته در سال های اخیر، همانند تمامی ترکیبات هالوژنه، از نظر تأثیری که در تخریب لایه اُزن دارند مورد توجه قرار گرفته اند که عدم استفاده از آن ها و یا تغییرات ساختمانی در این ترکیبات، در سال های آینده بعید به نظر نمی رسد.

### ۱-۲-۵. سرمازاهای جدید سازگار با محیط زیست: به دنبال بروز مشکلات زیست محیطی

جهانی که بر اثر تخریب لایه اُزن، نفوذ بیشتر پرتوهای فرا بنفش و پدیده ی گرم شدن کره ی زمین و تأثیرات گلخانه ای و فشارهای جهانی برای حذف تمامی ترکیبات مخرب لایه اُزن، دانشمندان در فکر یافتن گروه های جدیدی از مواد سرمازای سازگار با محیط هستند.

یکی از این گروه ترکیبات، فلوروید و کربن ها (FIC) هستند. همان طور که از اسم آن ها پیداست، از فلوئور، ید و کربن تشکیل شده اند.

این ترکیبات دارای ویژگی هایی از جمله، سمیت کم، تبخیر مناسب و آسیب زیست محیطی ناچیز هستند. این مواد شیمیایی و مخلوط آن ها با هم سرمازایی بسیار مؤثری دارند و ضد اشتعال هستند. به علت تجزیه سریع در لایه های بالای جو به لایه ی اُزن آسیب نمی رسانند.

مخلوط این گروه های شیمیایی با اترها، هیدروفلوئوروکربن ها و آلکیل کلرایدها، توان و کارایی مناسبی را در سرمازایی نشان می دهد.

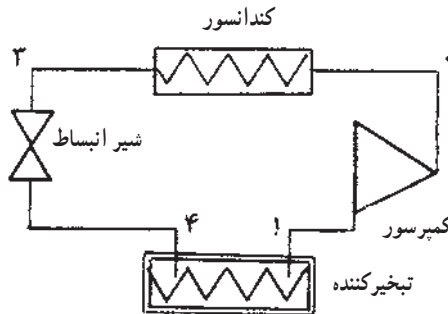
از دیگر سرمازاهای سازگار با محیط زیست که در سطح وسیعی آماده عرضه است، ترکیبی با نام تجاری ENVIRO-SAFE است که ترکیبات اصلی آن را گازهای نفتی مثل  $C_2H_8$  و  $C_5H_{10}$  تشکیل می دهد. این سرمازا به رغم قابلیت اشتعال، نقطه ی اشتعال بالایی در حدود  $860^{\circ}C$  دارد. در مقایسه با سرمازاهای گروه فرئون دارای مزایای زیر است:

طول عمر اتمسفری کمتر از یک سال، توانایی گرمازایی کمتر آن برای کره ی زمین تجزیه آن ها

منجر به تولید ترکیبات سمی نمی‌شود و در دراز مدت، عوارض مخربی بر روی سلامت انسان نشان نمی‌دهد. خورنده نیست و نقطه جوش پایین تری دارد. این سرمازا با رایحه‌ی کاج معطر می‌شود تا در صورت نشستی احتمالی، بوی آن قابل تشخیص باشد.

### ۳-۵- عملکرد سیستم‌های سرمازا

به طوری که گفته شد در این سیستم گاز سرمازا وارد کمپرسور با فشارنده شده و دمای آن بالا رفته و پس از رسیدن فشار آن به حد لازم وارد کندانسور می‌شود. در کندانسور به کمک آب سرد یا هوای سرد دمای گاز فشرده شده کم شده و به مایع تبدیل می‌شود. سپس مایع سرمازا از راه شیر انبساط وارد اواپراتور یا تبخیرکننده می‌شود و در این قسمت با برداشته شدن فشار مایع سرمازا با ضرب گرمای محیط به گاز تبدیل می‌شود و محیط اطراف خود را سرد می‌کند. از سرمای حاصل برای نگهداری مواد غذایی استفاده می‌شود و گاز حاصل وارد چرخه ایجاد سرما می‌گردد (شکل ۲-۵).

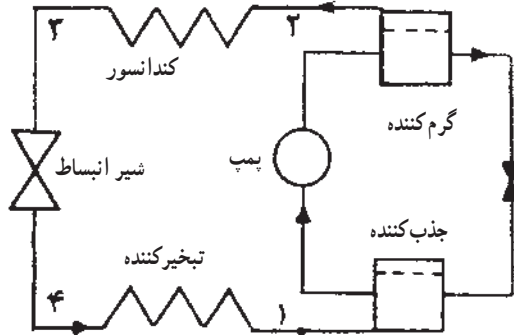


شکل ۲-۵- قسمت‌های مختلف یک سیستم سرمازا

#### ۱-۳-۵- اجزای تشکیل دهنده‌ی یک دستگاه سرمازای مکانیکی :

**الف- کمپرسورها:** کمپرسورها، عامل فشارنده‌ی ماده‌ی سرمازا به حساب می‌آیند. در این قسمت گاز از قسمت تبخیرکننده دریافت شده و با افزایش فشار از قسمت رانش، خارج می‌شود. انواع کمپرسور را می‌توان در گروه‌های زیر طبقه‌بندی نمود.

- ۱- کمپرسورهای پیستونی یا رفت و برگشتی
- ۲- کمپرسورهای گردشی
- ۳- کمپرسورهای چرخشی پیچشی یا حلزونی
- ۴- کمپرسورهای گریز از مرکز



شکل ۳-۵- یک سیستم تبرید جذبی

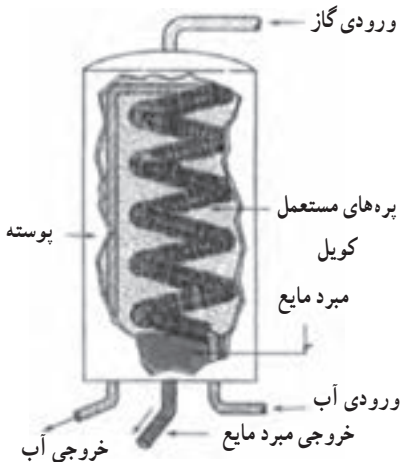
**ب - کندانسور :** کندانسورها وسیله‌ی تبادل گرما یا به بیان ساده‌تر یک خنک کننده هستند. کار کندانسور، گرفتن گرمای حاصل از ماده‌ی سرمازا گازی شکل و تبدیل آن به مایع است. می‌توان گفت کندانسور با گرفتن گرمای نهان تبخیر و انتقال آن به خارج از سیستم، باعث تغییر شکل ماده‌ی سرمازا از حالت بخار به مایع می‌گردد. مثل هر دستگاه مبدل گرمایی حرارتی دیگر، جابه‌جایی گرما از کندانسور هم با یک سیال انجام می‌گیرد که آب، هوا و یا مخلوطی از این دو است.

هنگام استفاده از هوا کارایی آن پایین می‌آید به همین سبب در سیستم‌های خانگی و یا کوچک تولید سرما از آن استفاده می‌گردد. در این حالت، سطح خنک کننده که با محیط خارج در تماس است و همین طور حجم هوایی که در هر دقیقه می‌تواند به منظور دور کردن گرما مورد استفاده قرار گیرد،

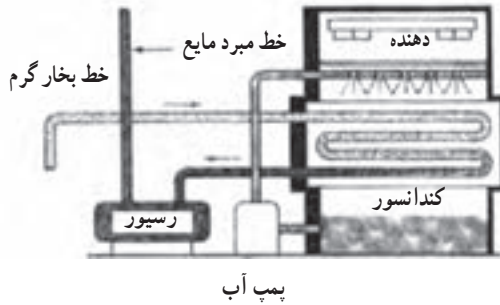
دو عامل اساسی و مهم در کارایی کندانسورهای خنک کننده

به وسیله‌ی هوا هستند. به همین دلیل در طراحی این نوع کندانسورها، سطح تماس با هوا را به حداکثر رسانده، برای افزایش کارایی از پنکه (فن) کمک می‌گیرند.

در نوع دیگر کندانسورها، از آب برای خنک کردن و تبادل گرما استفاده می‌شود. این کندانسورها، دارای انواع مختلف با ظرفیت‌های متفاوت هستند.

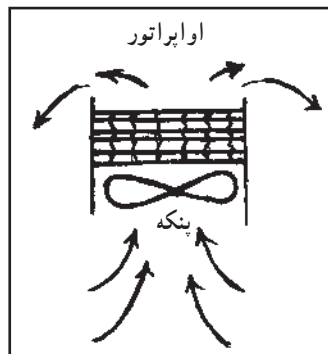


شکل ۴-۵- کندانسور آبی



شکل ۵-۵- کندانسور تبخیری

**پ - تبخیرکننده (اوپراتور):** تبخیرکننده یا اوپراتور قسمتی از سیستم تولید سرماست که وظیفه جذب گرما از محیط نگهداری مواد غذایی و انتقال آن به مایع سرمازا را برعهده دارد. در سردخانه‌های اولیه میوه‌ها و سبزی‌ها، تبخیرکننده‌ها لوله‌های ماریچی طولی بودند که بر روی سقف یا دیوارهای مجاور سقف انبار نصب می‌گردیدند. در این سیستم‌ها، گردش هوا به صورت جابه‌جایی ساده و به صورت غیریکنواخت بود به طوری که محصول مجاور کف انبار منجمد می‌شد و محصول مجاور سقف، گرم باقی می‌ماند. امروزه، سردخانه‌ها طوری طراحی می‌شوند که هوای موجود در محیط به کمک یک پنکه یا پروانه به حرکت درآمده، علاوه بر یکنواخت کردن شرایط در تمام محیط، سرعت انتقال گرما و کارایی سیستم را افزایش می‌دهد. لوله‌های تبخیرکننده برای افزایش سطح انتقال گرما، در شبکه‌ای از فلزات نازک با قابلیت هدایت بالا قرار می‌گیرند که حالتی مشابه رادیاتور به وجود می‌آورد. تبخیرکننده‌های رادیاتور شکل، در ارتفاع مشخصی در نزدیکی سقف قرار می‌گیرند، بسته به نوع طراحی سردخانه، در مسیرهایی برای هدایت جریان هوای سرد طراحی می‌شوند.



شکل ۵-۶- اوپراتور

**برفک زدایی :** در اوپراتورها به دلیل تغییر ناگهانی دما مقداری از رطوبت هوا روی لوله‌ها و سطوح اوپراتور کندانسه شده و یک لایه یخ تشکیل می‌دهد که موجب کند شدن تبادل دما می‌شود و بنابراین لازم است عمل برفک زدایی انجام شود.

روش‌های رایج برفک زدایی را به طور ساده می‌توان به انواع زیر تقسیم نمود :

**الف- برفک زدایی با تغییر فشار ماده سرمازا :** در این روش، با تشکیل لایه برفک بر روی قسمت تبخیرکننده، انتقال گرما کاهش یافته، کمپرسور در فشار پایین مکش کار می‌کند. هنگامی که این فشار از حد معینی کمتر شود، دستگاه کنترل فشار، جریان کمپرسور را قطع کرده، پس از گرم شدن و برفک زدایی سیستم، دوباره جریان برقرار می‌گردد.

**ب- برفک زدایی دمایی :** در این روش با اتصال ترموستات به تبخیرکننده که قطع و وصل کمپرسور را کنترل می‌کند و بر اثر تغییرات دما در داخل تبخیرکننده به علت انتقال گرما نامناسب به دنبال تشکیل شدن لایه ی برفک، مثل روش قبل، کمپرسور را کنترل خواهد نمود.

**پ- برفک زدایی با استفاده از گاز داغ :** در این روش، یک خط گاز داغ از خروجی کمپرسور به تبخیرکننده وصل می‌گردد. در نتیجه این گاز داغ وارد تبخیرکننده شده، با آزاد کردن گرمای خود، برفک زدایی را انجام می‌دهد.

**ت- برفک زدایی با معکوس کردن جریان گاز :** در این روش، جریان مبرد در سیستم، معکوس شده، تبخیرکننده به جای خنک کننده یا کندانسور عمل می‌کند. طبیعی ست که در چنین شرایطی برفک به سرعت از بین خواهد رفت.

**ث- برفک زدایی با استفاده از جریان الکتریکی :** با قرار دادن یک دستگاه گرمایی الکتریکی درون دستگاه تبخیرکننده یا مجاری عبور ماده ی سرمازا، پس از بستن خط مایع و تخلیه ی تبخیرکننده، عمل گرم کردن دستگاه تبخیرکننده به وسیله ی جریان الکتریسیته به صورت دستی یا خودکار انجام می‌گیرد و پس از برفک زدایی، سیستم به حالت اول بازگشته، شروع به کار خواهد کرد.

**ج- برفک زدایی مکانیکی :** با استفاده از وسایل چوبی یا پلاستیکی برفک زدایی می‌شود.

**چ- برفک زدایی با شعله :** با استفاده از شعله برفک‌ها را ذوب می‌کنیم.

**۲-۳-۵- سیستم تهرید جذبی :** در این سیستم، ماده ی سرمازا که در یک حلال حل شده است، بر اثر گرمای اعمال شده، از حلال خود جدا می‌شود. در مرحله بعد، بخار سرمازا وارد دستگاه خنک کننده یا کندانسور شده، گرمای خود را از دست می‌دهد. در این قسمت، مایع سرمازا داریم که آماده ی هدایت به سمت تبخیرکننده و جذب گرمای مواد غذایی موجود و تبدیل به بخار است.



سیستم سرمازای جذبی مانند سیستم کمپرسوری از یک شیر انبساط، یک تبخیرکننده و یک کندانسور تشکیل شده است ولی به جای کمپرسور، از مجموعه‌ی یک جذب‌کننده، یک پمپ و یک گرم‌کننده استفاده می‌شود. در سیستم سرمازای جذبی وقتی که بخار ماده‌ی سرمازا از تبخیرکننده خارج می‌شود به طرف قسمت جذب‌کننده هدایت می‌شود. بهترین ماده‌ی جاذب، آب است که هم بسیار ارزان است و حلال آمونیاک است. انحلال آمونیاک در آب، باعث کاهش فشار بخار شده، تمایل حرکت بخار آمونیاک را به سمت قسمت جاذب افزایش می‌دهد ولی به دلیل این که حل شدن آمونیاک در آب، باعث افزایش دمای آب می‌شود و این حالت تأثیر معکوس بر حلالیت آمونیاک در آب دارد و باعث تبخیر آن خواهد شد، لازم است گرمای قسمت جذب‌کننده، به طور مداوم از آن گرفته شود. این عمل، به وسیله‌ی سیستم‌های ساده‌ی خنک‌کننده‌ی آبی یا هر سیستم خنک‌کننده‌ی دیگری، انجام پذیر است.

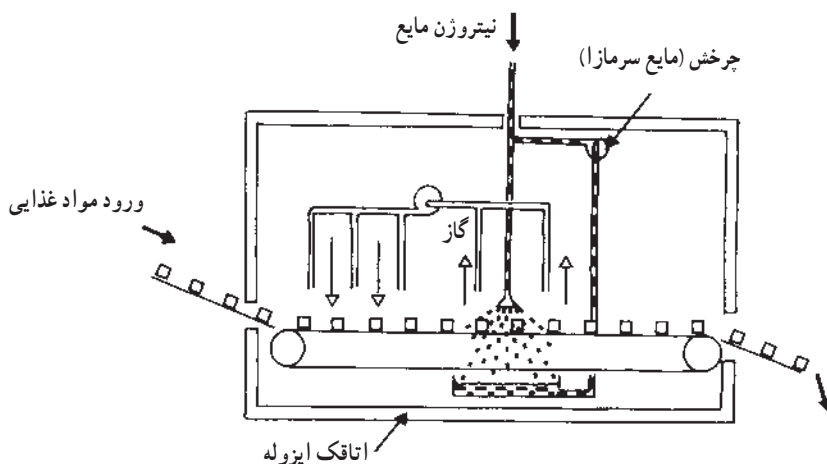
محلول آمونیاک به وسیله‌ی پمپ به گرم‌کننده منتقل می‌شود که در آن گرم شده، آمونیاک تبخیر می‌گردد. بخار آمونیاک به طرف کندانسور و سپس شیر انبساط هدایت می‌شود. آب باقیمانده در گرمکن که حاوی مقدار کمی آمونیاک نیز هست به داخل جذب‌کننده برگشت داده می‌شود. بنابراین، در یک سیستم تبرید جذبی، عمل تراکم بخار در سه مرحله انجام می‌شود: جذب بخار به وسیله‌ی آب در یک دستگاه جذب‌کننده، افزایش فشار محلول به وسیله‌ی یک پمپ و گرم کردن محلول در یک گرم‌کننده برای آزاد کردن بخار آمونیاک. تصویر ۱-۵ به سادگی، نشان دهنده‌ی چرخه تولید سرما در یک سیستم تبرید جذبی است.

#### ۴-۵- تولید سرما به وسیله‌ی مواد کرایوژنیک<sup>۱</sup>

کرایوژن‌ها، گازهایی هستند که بر اثر فشار، به مایع تبدیل شده‌اند و نقطه جوش بسیار پایینی دارند. رایج‌ترین آن‌ها ازت مایع با نقطه جوش  $196^{\circ}\text{C}$  و دی‌اکسید کربن مایع با نقطه‌ی جوش  $79^{\circ}\text{C}$  است. البته در پاره‌ای مواقع از دی‌اکسید کربن جامد هم استفاده می‌گردد که در چنین شرایطی به جای تبخیر، عمل تصعید صورت گرفته، دی‌اکسید کربن بر اثر جذب گرمای مواد غذایی از حالت جامد به گاز تبدیل می‌گردد.

استفاده‌ی مستقیم از مواد سرمازا می‌تواند به روش‌های مختلف صورت گیرد اما در روش اصلی عبارت‌اند از: پاشیدن مایع سرمازا بر روی ماده‌ی غذایی و غوطه‌ور کردن ماده‌ی غذایی در داخل مایع سرمازا. این روش‌ها، به علت برقراری حداکثر سطح تماس با ماده‌ی غذایی، حداقل زمان لازم، امکان

استفاده از اشکال نامنظم مواد غذایی در انجماد و همین‌طور، حداقل اکسیداسیون ممکن به هنگام ایجاد شرایط سرما و یا انجماد نسبت به سایر روش‌های تولید سرما، برتری دارند. در روش صنعتی تولید سرما، با استفاده از مواد سرمازا به صورت مستقیم، جذب حرارت در مرحله‌ی اول به وسیله‌ی مایع و ادامه‌ی آن به وسیله‌ی گاز سردی صورت می‌گیرد که در مرحله‌ی اول آزاد گردیده و هنوز ظرفیت مناسبی برای سرد کردن ماده‌ی غذایی دارد. در شکل ۷-۵ این مراحل را به صورتی بسیار ساده مشاهده می‌کنیم.



شکل ۷-۵

## ۵-۵-۵- بهداشت سردخانه و انبار

۱-۵-۵- سترون‌سازی سردخانه و انبار : انبارهای نگهداری مواد غذایی به سه گروه تقسیم

می‌شوند :

۱- انبارهای نگهداری در دمای عادی (اتاق) مانند سیلوها

۲- انبارهای نگهداری در دمای نزدیک به انجماد یا سردخانه‌های بالای صفر

۳- انبارهای نگهداری در دمای زیر صفر

مهمترین عامل در انبارهای معمولی حفظ رطوبت نسبی مورد نظر و جلوگیری از افزایش آن است. در اصل رطوبت محصول و تعادل آن با محیط اطراف، تعیین‌کننده‌ی شرایط رشد میکروارگانیسم‌هاست. در سردخانه‌های بالای صفر کاهش دما مانع رشد میکروارگانیسم‌ها می‌شود. و در نهایت در انبارهای زیر صفر که به علت کریستالیزه شدن آب موجود، در ادامه کاهش دما، می‌توان گفت که امکان رشد برای

میکروب‌ها وجود ندارد و حتی گروهی از آن‌ها نیز به این دلیل از بین می‌روند.

میکروارگانسیم‌های بیماری‌زا همواره با لاشه‌های گوشت دام و طیور و... همراه هستند که علت اصلی آن، آلودگی محیط کشتارگاه، کارگران، وسایل و از همه مهم‌تر، تماس لاشه‌ها با آلاش دام در هنگام تخلیه‌ی شکم می‌باشد. انواع مخمرها نیز به طور طبیعی بر روی سطح میوه‌ها وجود دارند و کپک‌ها نیز بیشتر در سطح خاک هستند سبزی‌ها و میوه‌های تماس یافته با خاک را آلوده می‌کنند. بنابراین، محیط سردخانه و انبار محیطی‌ست که در شرایط نگهداری محصول و در دمای بالاتر از انجماد، انواع میکروب‌ها در آن حضور دارند و آماده‌ی رشد در شرایط مطلوب هستند.

مهمترین و شاید خطرناکترین حالت در شرایط نگهداری گروه‌های مختلف غذایی مثل گوشت خام و سبزی و میوه به وجود خواهد آمد که در قسمت نگهداری محصولات مختلف در کنار یکدیگر در شرایط سردخانه به آن اشاره شده است.

به دلایل ذکر شده، همواره شست‌وشو و سترون کردن انبارها بسیار مهم است. بهترین و موفق‌ترین روش برای حفظ بهداشت انبار و سردخانه، سترون‌سازی و شست‌وشوی آن‌ها پیش از انبار کردن محصول جدید است. در سردخانه‌های نگهداری گوشت، پس از تخلیه سردخانه و گرم شدن محیط، از شوینده‌های معمولی، به همراه آب گرم و پس از آن، از محلول‌های کلرین قوی به صورت اسپری استفاده می‌کنند. در سردخانه‌های نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها می‌توان از محلول تری فسفات سدیم نیز استفاده نمود. در انبارهای معمولی که امکان رشد کپک‌ها و حتی حشرات و انگل‌ها نیز وجود دارد می‌توان از روش‌های مختلف سوزاندن گوگرد و یا سایر انواع حشره‌کش‌ها مانند متیلن بروماید، فسفین، اسیدسیانیتریک و... برای جلوگیری از رشد و تکثیر آفات انباری استفاده نمود.

تمام مطالب عنوان شده، درباره‌ی چگونگی مبارزه با آلودگی‌های احتمالی بود ولی بهترین راه‌ها، روش‌هایی‌ست که مانع از ورود آلودگی به انبار می‌شوند. تنظیم برنامه‌های سم‌پاشی محصولات با توجه به غلظت سموم مورد استفاده، زمان تجزیه آن‌ها و سایر موارد، به خصوص در مورد استفاده از قارچ‌کش‌ها در مزارع و باغات، در کاهش وقوع فساد پس از برداشت، بسیار مؤثر است. استفاده از میکروب‌کش‌ها در سترون‌سازی کردن مواد پیش از برداشت در مورد میوه‌های نرم که آسیب‌پذیری بیشتری دارند بسیار مفید است.

به طور کلی، رعایت نکات زیر برای حفظ بهداشت انبارها و سردخانه‌ها بسیار حایز اهمیت

است :

۱- از ورود جعبه‌های پوسیده و آلوده جلوگیری شود.

- ۲- هر نوع ضایعات یا به بیان ساده تر آشغال و زباله، از محیط انبار خارج شود.
- ۳- بین هر بار تخلیه و بارزنی مجدد مواد جدید، شست و شو و سترون سازی انجام گیرد.
- ۴- در صورت جایگزینی محصولات از انواع جدید مثل میوه به جای گوشت یا برعکس، عمل بوگیری نیز با استفاده از مواد ذکر شده، یا نمک های آمونیوم انجام بگیرد.
- ۵- پالت ها و وسایل حمل مواد هر ۴ ماه یک بار پاکسازی می شوند.

## ۵-۶- نشت مبردها

به دلیل این که فشار وارد بر مواد سرمازا یا مبرد، همواره بیش از فشار اتمسفر است، هرگونه نشتی باعث خروج مایع مبرد از مدار خواهد گردید.

اگر مبرد از نوع هالوکربن (ترکیب هالوژن ها با کربن) باشد، قابلیت انحلال بیشتری در روغن ها دارد و همراه با روغن به خارج نشت می کند. برای کشف بهتر و مستقیم می توان از «نشت یاب هالید»



شکل ۵-۸- مشعل نشت یاب هالید

یا لامپ هالید استفاده کرد. این دستگاه دارای یک شعله پخش کن پروبان یا استیلن بر روی سیلندر است. شعله پخش کن، دارای شیشه پنجره ای است که از درون آن می توانید شعله را مشاهده کنید. هوا برای ایجاد شعله از طریق لوله به سمت قسمت سرشعله کشیده می شود که برای آزمایش کردن قسمت های مختلف، سرلوله را در محل مشکوک به نشتی نگاه می داریم و تغییرات رنگ شعله را بررسی می کنیم. هر نوع نشتی، باعث تغییر رنگ شعله از آبی کم رنگ به سبز روشن، زرد، قرمز کبود و ... بسته به نوع مبرد به کار رفته، می شود. از آنجا که ترکیبات هالوکربن سنگین تر از هوا هستند بهتر است امکان حضور آن ها را در قسمت های زیرین اتصالات مورد آزمایش قرار داد.

روش دیگر، استفاده از نشت یاب های الکترونیکی است این دستگاه ها بر اساس اختلاف مقاومت الکتریکی هوا به دنبال اختلاط آن با هالوکربن ها کار می کند. این نشت یاب ها بسیار حساس هستند به نحوی که نشتی برابر با

۱۵ گرم ماده‌ی مبرد در طول یک سال را تشخیص می‌دهند.

این نشت‌یاب‌ها شکل‌های گوناگونی دارند و انواع تفنگی آن رایج‌تر از بقیه هستند. به دنبال تشخیص نشتی، دستگاه با صدای آژیر یا صداهای مشابه آن اعلام خطر می‌کند. نکته مهم به هنگام استفاده از این نشت‌یاب‌ها، آن است که دستگاه باید به آهستگی بدون تماس با کوران یا جریان هوا، در قسمت زیرین اتصالات قرار بگیرد.



شکل ۹-۵- نشت یاب الکترونیکی تفنگی

نشتی آمونیاک به لحاظ ایجاد شرایط قلبیایی و همین‌طور اشتعال‌زایی، بسیار خطرناک‌تر از ترکیبات هالوکربن است که در جای خود درباره‌ی آن صحبت خواهد شد. مهم‌ترین مزیت آمونیاک امکان تشخیص نشتی به کمک شامه‌ی انسان به دلیل بوی نامطبوع آن است. در عمل می‌توان در غلظت‌های کم (که بوی آمونیاک نشت شده محسوس نیست) از شمع‌های سولفور در اطراف اتصالات استفاده نمود. وجود آمونیاک در چنین حالتی با دود سفید مشخص می‌گردد. در شرایطی که غلظت این گاز در هوا پایین‌تر از آستانه‌ی بویایی باشد خطر اشتعال وجود نخواهد داشت.

از آنجا که در میان سرمازاهای مختلف، آمونیاک، ماده‌ای سمی و نامناسب به‌شمار می‌آید، بهتر است در مورد خطرات آن برای نیروی انسانی و همین‌طور مواد غذایی در شرایط نشت مبرد به‌خارج از سیستم، بیشتر بدانیم.

برای جستجوی هر نوع نشتی، در صورتی که دسترسی به دستگاه‌های ذکر شده ممکن نباشد می‌توان به سادگی از کف صابون استفاده نمود و با آغشته کردن اتصالات به کمک یک برس، نشتی‌های عمده را تشخیص داد. البته برای تشخیص نشت با مقادیر کم، این روش موفق نخواهد بود.

#### ۱-۶-۵- صدمات ناشی از نشت گاز آمونیاک بر روی محصولات: نشت گاز آمونیاک

از لوله‌های سردخانه‌هایی که با آمونیاک کار می‌کنند سبب وارد آمدن خسارت به مواد داخل سردخانه می‌شود. خسارت جزئی، به‌صورت تغییر رنگ پوست به شکل لکه‌های سبز مایل به سیاه یا قهوه‌ای

دیده می‌شود. در مورد سیب و گلابی، بافت‌های اطراف منافذ یا عدسک‌های روی پوست، تغییر رنگ می‌دهد.

آسیب شدید، به صورت تغییر رنگ موضعی بافت‌های داخلی محصول پدیدار می‌گردد به طوری که سبب می‌شود محصول قابل عرضه به بازار نباشد. حتی یک ساعت تماس با آمونیاک در غلظت ۸٪ در صد، باعث بروز صدمات شدید بر روی سیب، گلابی، هلو و پیاز می‌گردد. هلو، حساسیت خاصی نسبت به این گاز دارد. تماس ۶ ساعته‌ی آن با غلظت ۲٪ در صد آمونیاک نیز خساراتی هرچند جزئی را به دنبال خواهد داشت.

در سردخانه‌هایی که از سیستم‌های آمونیاکی استفاده می‌کنند، کنترل روزانه حضور گاز آمونیاک در داخل سردخانه، ضروری به نظر می‌رسد. راحت‌ترین کار استفاده از حس بویایی است. تماس محصول در مدت زمان‌های طولانی، حتی با میزان خیلی کم آمونیاک به طوری که فقط از طریق بویایی حس شود، موجب خسارت قابل توجهی خواهد شد. در شرایط نشت گاز آمونیاک به داخل محیط سردخانه، مؤثرترین کار، تهویه کامل هوای انبار است.

**۲-۶-۵- تأثیرات آمونیاک بر بدن انسان و کمک‌های اولیه:** آمونیاک، قابلیت خوردگی شدید بر روی پوست، چشم‌ها و مخاط دارد. تماس با گاز مایع شده‌ی آن می‌تواند منجر به ضایعات سرمازدگی شدید گردد.

تنفس آمونیاک منجر به تحریک و التهاب و سوختگی مجرای تنفس خواهد شد. همین‌طور، لارژیت، تنگی نفس، تنفس با صدای خشن، دردسینه، ادم ریوی و التهاب ریه (ذات‌الریه) همگی از نتایج تنفس آمونیاک هستند.

خلط صورتی رنگ، تشنج و کُما نیز، در موارد تماس با غلظت‌های بالای این گاز، گزارش شده است.

هنگامی که آمونیاک خورده شود، تهوع و استفراغ هم ممکن است به وجود آید. علاوه بر این‌ها، سوزش دهان، مری و شکم نیز در چنین مواردی رایج است.

در تماس آمونیاک با چشم‌ها، تحریک، درد، ورم و قرمز شدن چشم، ریزش اشک و زخم سطحی قرنیه، از علائم احتمالی هستند. حتی از دست دادن بینایی نیز از موارد محتمل است. تماس پوستی با آمونیاک منجر به سوختگی شدید و درد خواهد شد.

مطالعات انجام شده، حدّ بی‌خطر غلظت آمونیاک را به طوری که تماس با آن به مدت نیم‌ساعت هیچ نوع تأثیری بر روی سلامت فرد نداشته باشد، ۵۰ ppm (پانصد قسمت در میلیون) تعیین نموده است.

## جدول ۱-۵- تأثیر غلظت‌های مختلف آمونیاک بر بدن انسان

قسمت بدن	غلظت	تأثیر
چشم‌ها	۵۰ ppm و کمتر	- هیچ‌گونه آسیب حاد و دائمی به وجود نمی‌آورد.
پوست	۵۰ ppm و بیشتر (بخار)	- لباس کامل محافظ نسبت به مواد شیمیایی، لازم است.
پوست ریه‌ها	مایع خالص ۴۰ ppm ۱۷۰ ppm ۲۴۰ ppm	- سوختگی درجه دوم همراه با تاول - تحریک آنی حنجره - سرفه - خطر جانی پس از ۳۰ دقیقه تماس

خوشبختانه بوی بسیار زننده‌ی آمونیاک، باعث تشخیص سریع آن در محیط می‌گردد. علاوه بر این آمونیاک از هوا سبک‌تر است و با تهویه‌ی مناسب خارج خواهد شد.

به هنگام آلودگی چشم‌ها، اولین اقدام شست‌وشوی چشم‌ها با آب جاری به مدت حدود ۱۵ دقیقه است، در تماس پوستی، شست‌وشوی کامل موضع با آب و صابون پس از درآوردن لباس‌های آلوده، ضروری‌ست. برای رفع آلودگی‌های تنفسی، می‌باید مصدوم بلافاصله از محیط خارج شده، محیط مورد تهویه‌ی قوی قرار بگیرد. علاوه بر این که در شرایط قطع تنفس یا ضربان قلب، تنفس مصنوعی و احیای قلبی تا رساندن بیمار به مراکز درمانی بسیار مؤثر خواهد بود.

به هیچ‌وجه نباید تلاش در خنثی کردن آمونیاک با مواد اسیدی نمود. همین‌طور از تحریک مصدوم به استفراغ باید اجتناب کرد. کربن اکتیو در جذب آمونیاک چندان فعال نیست. در شرایط هوشیاری کامل مصدوم می‌تواند از آب یا شیر استفاده کند که مقدار آن برای کودکان تا یک سال ۱۲۵ml، کودکان یک تا ۱۲ سال ۲۰۰ml و بزرگسالان ۲۵۰ml است.

در مورد گازهای گروه فرئون، تماس کوتاه مدت هیچ‌نوع عارضه‌ی خاصی ایجاد نمی‌کند. علاوه بر این که مقدار مجاز تماس با آن‌ها، به مدت ۸ ساعت در روز و ۴۰ ساعت در هفته نیز مقدار بالایی‌ست که نشان دهنده‌ی کم خطر بودن این ترکیبات است. البته همان‌طور که در قسمت مربوط به مواد سرمازا گفته شد، این ترکیبات رفته‌رفته از سیستم‌های سرمازا حذف شده‌اند و به جای آن‌ها از انواع سرمازاهای سازگار با محیط زیست و غیر مخرب برای لایه‌ی ازن استفاده می‌شود.

## خودآزمایی

- ۱- اساس عمل سیستم‌های سرمازا را توضیح دهید.
- ۲- یک ماده سرمازا باید دارای چه خصوصیتی باشد؟
- ۳- ترکیبات فلورویدوکرین‌ها چه خصوصیتی دارند؟
- ۴- گروه‌بندی کمپرسورهای رایج را ذکر کنید.
- ۵- رایج‌ترین کندانسورهای خنک‌کننده با آب را نام ببرید.
- ۶- تبخیرکننده چیست و چه وظیفه‌ای را بر عهده دارد؟
- ۷- روش‌های رایج برفک‌زدایی ساده را نام ببرید.
- ۸- سیستم سرمازای جذبی را به طور ساده تشریح کنید.
- ۹- استفاده مستقیم از مواد سرمازا به چه روش‌هایی صورت می‌گیرد؟
- ۱۰- طرز کار نشت‌یاب‌های الکترونیکی را توضیح دهید.
- ۱۱- چرا نشت گاز آمونیاک خطرناک است؟
- ۱۲- نشت آمونیاک چه عوارضی را در پی دارد؟
- ۱۳- در موارد آلودگی چشم‌ها به گاز آمونیاک، چه اقداماتی را باید انجام داد؟