

این ترتیب که ماده‌ی غذایی از انتهای هر بخش تبخیرکننده بالارونده وارد می‌شود، به جوش می‌آید و تا نوک صفحات صعود می‌کند. سپس وارد بخش نزولی (ریزشی) می‌گردد و جوشش محلول ادامه می‌یابد. تعداد بخش‌های بالارونده و ریزشی موجود در یک دستگاه منفرد بستگی به میزان تولید و درجه تغلیظ مورد نظر دارد. بخار و مایع، در خارج از تبخیرکننده از یک‌دیگر تفکیک می‌شوند. بخار در صورت لزوم متراکم می‌شود یا در سیستم‌های تبخیر چندمرحله‌ای استفاده مجدد می‌شود.

مزایای این تبخیرکننده صرف نظر از بهای زیاد، سرعت انتقال حرارت بالا، مدت توقف کوتاه و بازدهی قابل توجه انرژی است. دستگاه‌های اخیر کم‌حجم‌اند. ظرفیت عملکرد بالایی دارند و پیاده کردن قطعات آن‌ها جهت تعمیرات و بازرسی ساده است. برای تبخیر محلول‌هایی با غلظت بالا از دستگاه‌های لوله بلند، مناسب‌ترند، زیرا ماده‌ی غذا از میان صفحات عبور داده می‌شود. از این نوع تبخیرکننده برای تغلیظ مواد غذایی حساس در برابر گرما مثل عصاره‌های گوشت، فراورده‌های لبنی و ... به میزان وسیعی استفاده می‌کنند.

## ۲-۶- خشک‌کن‌ها

به‌طور کلی خشک‌کن‌ها را می‌توان به صورت‌های مختلفی طبقه‌بندی کرد که در ذیل به آن‌ها اشاره شده است:

۱- از نظر نوع ماده‌ی غذایی: براساس این که ماده‌ی غذایی، مایع، خمیری و یا جامد باشد خشک‌کن‌های متفاوتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای نمونه خشک‌کن پاششی برای مواد غذایی مایع، خشک‌کن غلتکی برای مواد غذایی خمیری و مایع و خشک‌کن کیلن برای مواد غذایی جامد کاربرد دارند.

۲- از نظر فشار هوای خشک‌کن: خشک‌کن‌ها می‌توانند در شرایط اتمسفر و یا در خلأ کار کنند. برای نمونه خشک‌کن کابینتی یک خشک‌کن در شرایط اتمسفر و خشک‌کن تصعیدی یک خشک‌کن در شرایط خلأ می‌باشد. در خشک‌کن‌هایی که در فشار معمولی کار می‌کنند معمولاً از یک جریان هوای داغ استفاده می‌شود. در خشک‌کن‌های تحت خلأ،

مواد غذایی را داخل یک محفظه مخصوص قرار داده و هوای محفظه را توسط پمپی خارج می‌کنند تا خلأ ایجاد شود.

۳- از نظر کار: ممکن است خشک‌کن مداوم<sup>۱</sup> یا غیریوسته<sup>۲</sup> باشد. مثلاً خشک‌کن کابینتی یک خشک‌کن غیریوسته و خشک‌کن تونلی مداوم یا نیمه‌پیوسته است.

۴- از نظر روش انتقال گرما: بر این اساس خشک‌کن‌ها خود به دو دسته‌ی خشک‌کن‌های با هوای داغ و خشک‌کن‌های با سطح داغ تقسیم‌بندی می‌شوند. خشک‌کن مخزنی و کابینتی و ... یک نوع خشک‌کن با هوای داغ است و خشک‌کن غلتکی یک نوع خشک‌کن با سطح داغ است. متداول‌ترین خشک‌کن‌های موجود در صنایع غذایی به شرح ذیل می‌باشد:

۱-۲-۶- خشک‌کن مخزنی<sup>۳</sup>: این خشک‌کن جزء خشک‌کن‌هایی است که در آن از هوای گرم برای خشک کردن مواد غذایی استفاده می‌کنند. به‌طور کلی در خشک‌کن‌هایی که با هوای گرم کار می‌کنند هوا به دو طریق مستقیم یا غیرمستقیم گرم می‌شود. در روش مستقیم معمولاً از حرارت حاصل از مواد سوختنی استفاده می‌شود. درحالی که در روش غیرمستقیم هوا در تماس با یک سطح داغ یا شعله گرم می‌شود. معمولاً خشک‌کن‌های با هوای داغ مجهز به قسمت‌های مختلفی مانند قسمت گرم‌کننده‌ی هوا<sup>۴</sup>، قسمتی که هوا را به طرف خشک‌کن هدایت می‌کند (دمنده)<sup>۵</sup> و قسمتی که هوای مرطوب را به طرف بیرون از خشک‌کن هدایت می‌کند (مکنده)<sup>۶</sup> می‌باشد. مشکل اصلی در خشک‌کن‌های با هوای داغ چگونگی کنترل شرایط هوا و امکان آلودگی هوا و سرایت آلودگی به ماده‌ی غذایی است. خشک‌کن مخزنی یک مخزن استوانه‌ای از جنس فولاد ضدزنگ است که کف آن مشبک است. هوا با سرعت کم از قسمت گرم‌کننده‌ی هوا از طریق کف مشبک خشک‌کن، وارد فضا‌های بین ماده‌ی غذایی می‌شود (شکل ۵-۶). این خشک‌کن بهتر است برای خشک کردن نهایی مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد، برای نمونه رطوبت یک ماده‌ی غذایی که در خشک‌کن‌های دیگر به ۱۵-۱۰ درصد رسیده توسط این خشک‌کن می‌توان به

۱- Continious

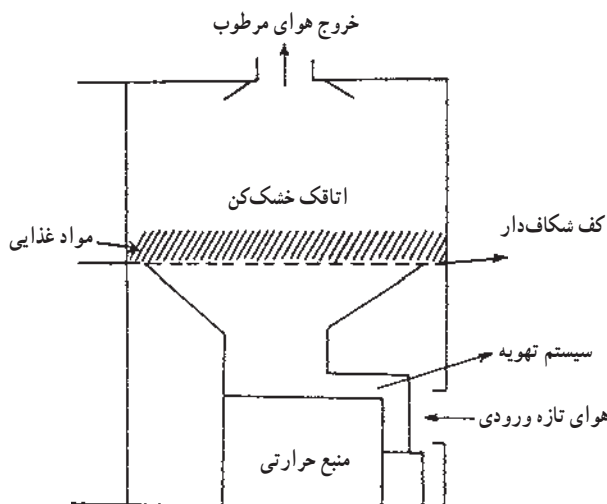
۲- Batch

۳- Bin dryer

۴- Heater

۵- Blower

۶- Fan

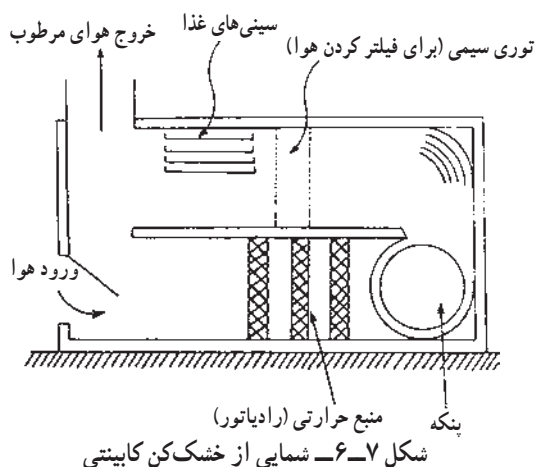


شکل ۶-۶- شمایی از خشک کن کیلن

### ۳-۲-۶- خشک کن کابینتی<sup>۲</sup>: این خشک کن ها از

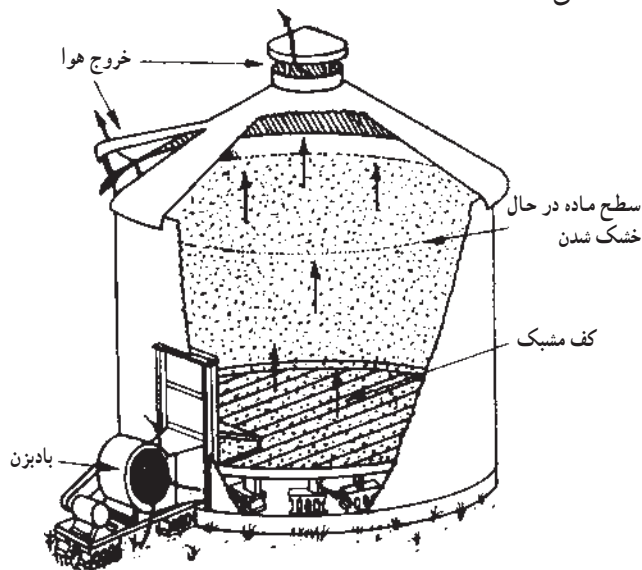
نظر اصول کار پیشرفته تر از خشک کن های قبلی مجهز به سینی های مشبک از جنس فولاد ضد زنگ یا چوبی بوده که ابعاد آن ها از  $۰/۶ \times ۰/۶$  تا  $۰/۹ \times ۱/۸$  متر متفاوت است. گاهی اوقات وسعت این سینی ها به  $۲ \times ۳$  متر هم می رسد.

مواد غذایی تهیه شده را معمولاً به مقدار ۵ تا ۱۰ کیلو سبزی و یا ۱۰ تا ۲۰ کیلو میوه، به ازای یک مترمربع از این سینی ها، بخش کرده و تعداد ۲۵-۱۰ عدد سینی را در داخل محفظه ی خشک کن که شبیه کابینت می باشد قرار می دهند. عمق بستر ماده ی غذایی بر روی سینی ها حدود ۲-۶ سانتی متر است. هوای تازه و تمیز توسط فن به داخل خشک کن کشیده می شود و قبل از برخورد با سینی ها توسط صفحات رادیاتوری گرم می شود (شکل ۶-۷). معمولاً از این خشک کن ها به دلیل ظرفیت



شکل ۶-۷- شمایی از خشک کن کابینتی

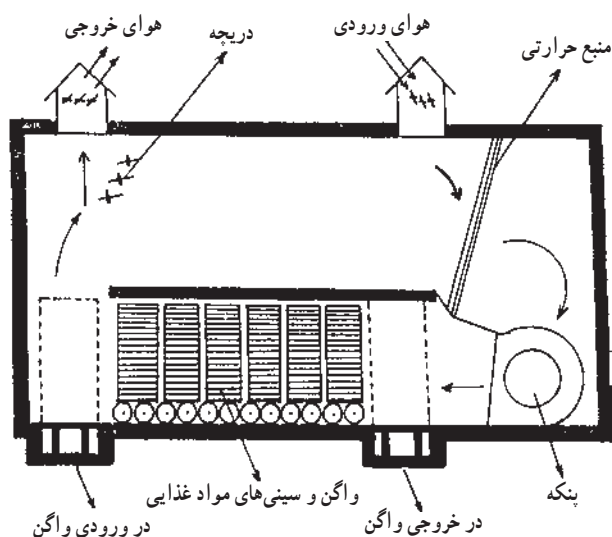
۳-۶ درصد رسانید. از این خشک کن در گذشته برای خشک کردن حبوبات و غلات تازه برداشت شده استفاده می کردند اما امروزه برای خشک کردن نهایی سبزیجاتی مثل سیر و پیاز استفاده می کنند.



شکل ۶-۵- خشک کن مخزنی

### ۲-۲-۶- خشک کن کیلن<sup>۱</sup>: خشک کن کیلن شامل

اتاقک های نسبتاً بزرگی است که از دو طبقه ساخته شده است. معمولاً این دو طبقه توسط یک صفحه ی مشبک از جنس چوب یا آهن از هم جدا شده اند. در طبقه ی پایین، منبع تولید گرما که معمولاً مشعل های گازی است وجود دارد که مستقیماً هوا را گرم می کند. ماده ی غذایی با عمق بستری در حدود ۲۰ سانتی متر بر روی طبقه ی دوم پهن می شود. هوا ضمن عبور از شکاف و منافذ، ماده ی غذایی را خشک می کند (شکل ۶-۶). در این خشک کن چون می توان به طور دستی دائماً ماده ی غذایی را زیر و رو کرد عمل توزیع گرما و کنترل بر شرایط خشک کردن بهتر صورت می گیرد. با این حال خشک کردن با این روش طولانی است. از مزایای این روش، پایین بودن هزینه ی ساخت و نگهداری، سهولت تخلیه و بارگیری و ظرفیت مناسب است. از این خشک کن ها بیش تر برای خشک کردن انواع میوه، سبزی، حبوبات، غلات و مالت استفاده می شود.



شکل ۸-۶- شمایی از خشک کن تونلی غیر هم جهت

از این خشک کن ها معمولاً برای خشک کردن سبزی ها و میوه ها استفاده می شود ولی به طور کلی برای هر نوع ماده ی غذایی حتی مایعات یا مواد خمیری نیز می توان از آن ها استفاده کرد. خشک کن تونلی یک نوع خشک کن نیمه پیوسته است. برای این که آن را به صورت پیوسته در آوریم می توان از ۲ تونل یا ۳ تونل استفاده کرد. به این ترتیب که تونل اولی به طریق هم جهت و تونل دومی به طریق غیر هم جهت کار می کنند. واگن ها در این روش از پهلوی به داخل تونل ها وارد می شوند و پس از آن که تونل اولی را پیمودند به تونل دومی وارد می شوند. این روش معمولاً برای سبزی ها مثل سیب زمینی و کلم به کار می رود. دمای هوای داغ در ابتدای تونل اول حدود ۱۰۰ درجه و در انتهای آن به ۵۷ درجه سانتیگراد می رسد. در تونل دوم دمای ۷۰-۶۵ درجه سانتیگراد به کار می برند. گاهی اوقات ممکن است از سه تونل به موازات یک دیگر استفاده شود که دوتای آن به طریق هم جهت و وسطی به طریق غیر هم جهت است.

نوع دیگر خشک کن مداوم، خشک کن نوار نقاله ای است که شبیه خشک کن تونلی می باشد با این تفاوت که از نوار نقاله به جای واگن استفاده شده است. نوار نقاله مشبک بوده و ابعاد آن با توجه به ظرفیت تولید و نوع ماده غذایی متفاوت است. ماده ی غذایی به ارتفاع ۱۵-۵ سانتی متر بر روی نوار نقاله ریخته می شود و از داخل تونل که درجه حرارت و رطوبت نسبی آن در

پایین آن ها بیش تر در کارگاه های کوچک استفاده می شوند. از این خشک کن ها می توان برای خشک کردن انواع میوه ها و سبزی ها استفاده کرد. زمان خشک کردن در این خشک کن ها طولانی است. دمای هوای خشک کن ۹۰-۶۰ °C است و سرعت هوای آن ۲/۵۵ m/s است.

#### ۴-۲-۶- خشک کن تونلی<sup>۱</sup>: در این خشک کن،

ماده ی غذایی را به صورت بستر نازکی روی سینی ها چیده و چند سینی را در داخل یک واگن قرار می دهند (ارتفاع واگن ها ۲-۳ متر است). سپس تعداد مشخصی از این واگن ها را وارد تونل خشک کن می کنند (شکل ۸-۶). معمولاً طول تونل های خشک کن حدود ۲۰ تا ۲۰۰ متر است. زمان خشک کردن با توجه به نوع ماده ی غذایی، دما و سرعت حرکت مواد در تونل از چند دقیقه تا چند ساعت است.

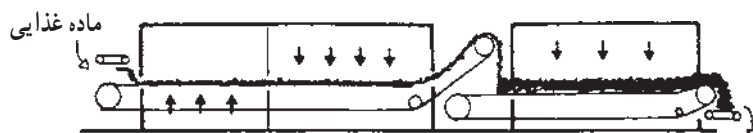
جهت یا الگوی جریان هوا در این خشک کن بسیار مهم است. به طور کلی دو الگوی جریان همسو و غیر همسو می تواند مورد استفاده قرار گیرد. اگر جهت حرکت واگن های مواد غذایی در تونل با جریان هوای داغ یکی باشد یعنی هم هوا و هم ماده ی غذایی از یک طرف تونل وارد شده باشند، این روش را خشک کردن تونلی همسو یا هم جهت می گویند و در صورتی که جهت حرکت آن دو برخلاف یکدیگر باشد آن را روش خشک کردن تونلی غیر همسو می گویند. در روش اول اختلاف درجه حرارت هوای داغ و دمای مواد غذایی تازه در هنگام ورود به تونل زیاد است و به تدریج که مواد غذایی به آخر تونل می رسد این اختلاف درجه حرارت کم می شود.

در خشک کن های غیر هم جهت، زمانی که مواد غذایی وارد تونل می شوند با هوای مرطوب و سردتری (نسبت به روش هم جهت) برخورد کرده و همان طور که ماده ی غذایی در تونل جلوتر می رود با هوای خشک تر و داغ ترتری مواجه می شود تا این که در انتهای تونل هوای کاملاً داغ و خشک با مواد غذایی خشک برخورد می کند.

بازده انرژی در خشک کردن توسط خشک کن های غیر هم جهت بیشتر است.

قسمت‌های مختلف، متفاوت است می‌گذرد. معمولاً خشک‌کن دو قسمتی است. در ابتدا هوای گرم از پایین (زیر نوار نقاله) به ماده‌ی غذایی دمیده می‌شود سپس برای جلوگیری از خشک شدن سطح زیرین، جهت جریان هوا از بالای ماده‌ی غذایی خواهد بود. از این روش برای خشک کردن میوه‌ها و سبزی‌ها و به‌ویژه غلات و حبوبات و بقولات استفاده‌ی وسیع می‌شود.

در شکل ۹-۶ شمایی از خشک‌کن نقاله‌ای دو مرحله‌ای نمایش داده شده است. در این خشک‌کن، ماده‌ی غذایی نیمه خشک مرحله‌ی اول با ضخامت بیشتری وارد مرحله‌ی دوم می‌شود. این عمل سبب یکنواخت‌تر شدن ماده‌ی غذایی می‌شود و فضای کمتری را اشغال می‌کند.



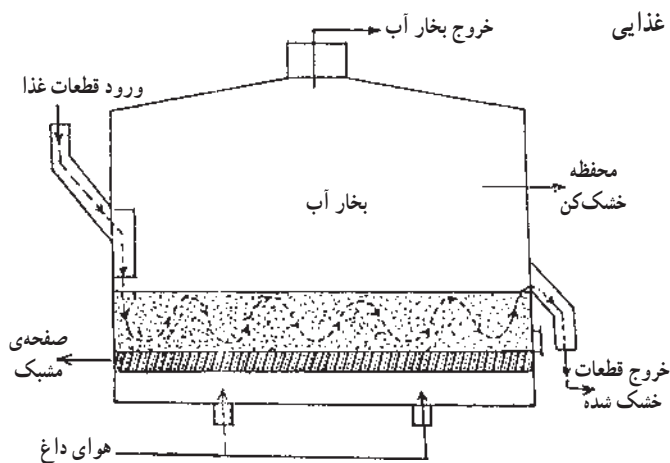
شکل ۹-۶ شمایی از یک خشک‌کن نقاله‌ای دو مرحله‌ای

#### ۵-۲-۶- خشک‌کن پنوماتیکی<sup>۱</sup>: در این نوع

خشک‌کن، برای خشک کردن مواد غذایی، از جریان هوای گرم که دارای سرعت نسبتاً بالایی است استفاده می‌شود. با این تفاوت که ماده‌ی غذایی باید قابلیت تعلیق در جریان هوا را داشته باشد. لذا کاربرد آن محدود به مواد غذایی با اندازه‌ی ریز خواهد بود. از آن‌جا که سطح تماس جریان هوا با ماده‌ی غذایی بسیار زیاد است معمولاً عمل خشک کردن به صورت کامل صورت می‌گیرد این خشک‌کن‌ها به شکل کانال‌های عمودی یا افقی هستند که ماده‌ی غذایی با رطوبت کمتر از ۴۰ درصد به همراه جریان هوا وارد آن می‌شوند. کانال‌ها عایق‌بندی شده هستند تا از اتلاف حرارتی جلوگیری شود. طول کانال متناسب با زمان خشک کردن است. از آن‌جا که بعضی از ذرات در اثر خشک شدن، بسیار سبک می‌شوند، لذا وجود یک سیکلون برای جدا کردن این ذرات که در هوا باقی مانده‌اند ضروری است. این خشک‌کن‌ها ظرفیت بالایی دارند و برای خشک کردن نهایی پودر شیر و تخم مرغ و آرد و مواد پودری کاربرد دارد.

#### ۶-۲-۶- خشک‌کن بستر سیال<sup>۲</sup>: خشک‌کن بستر

سیال از نظر مکانیسم کار، مشابه خشک‌کن‌های پنوماتیکی است با این تفاوت که در این سیستم ماده‌ی غذایی پس از قرار گرفتن در روی نوار نقاله‌ی مشبک در تماس با هوای داغ که سرعت جریان نسبتاً بالایی دارد قرار گرفته و در فاصله‌ی کمی بالای نوار نقاله شناور می‌شود. هوای مرطوب نیز برخلاف روش پنوماتیک از بالای دستگاه خارج می‌شود (شکل ۱۰-۶). معمولاً مواد غذایی که توسط خشک‌کن‌های دیگر نیمه خشک شده‌اند (دارای ۳۰ تا ۴۰ درصد رطوبت هستند) به کمک این خشک‌کن به رطوبت ۶-۷ درصد رسانده می‌شود. مواد غذایی مختلف از قبیل غلات، حبوبات و دانه‌های کوچک با این روش قابل خشک کردن هستند.



شکل ۱۰-۶ شمایی از خشک‌کن بستر سیال

#### ۷-۲-۶- خشک‌کن‌های پاششی<sup>۳</sup>: خشک‌کن‌های پاششی

برای مواد غذایی مایع رقیق یا غلیظ و همچنین مواد غذایی که حاوی ذرات بسیار ریز هستند (پوره‌ها، نکتار و...) به کار می‌رود. اساس کار دستگاه به این ترتیب است که ماده‌ی غذایی توسط یک پاشنده<sup>۴</sup> به صورت قطرات بسیار ریزی درآمده و در داخل محبظه<sup>۵</sup> خشک‌کن که در آن هوای داغ جریان دارد پاشیده می‌شود. این قطرات ریز با سطح زیاد در اثر برخورد با هوای گرم در عرض چند ثانیه خشک می‌شود. در خشک‌کن پاششی نیز به دلیل کوچک بودن اندازه‌ی ذرات خشک شده و احتمال باقی ماندن آن‌ها در جریان هوا، وجود یک سیکلون ضروری است. مشکل اصلی خشک‌کن پاششی چسبیدن ماده‌ی غذایی به سطوح داغ است.

۱- Pneumatic dryer

۲- Fluidized - bed dryer

۳- Spray dryer

۴- Atomizer

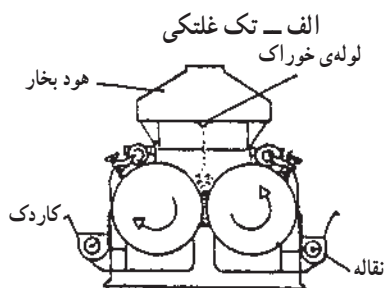
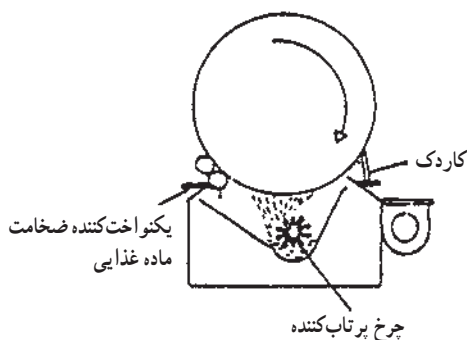
۵- Chamber

## ۸-۲-۶- خشک کن غلتکی<sup>۲</sup>: این خشک کن از یک

یا دو استوانه‌ی توخالی از جنس فولاد ضدزنگ ساخته شده است. این استوانه از داخل با بخار آب تحت فشار گرم می‌شود تا دمای سطح غلتک به حدود  $150^{\circ}\text{C}$  برسد.

در نوع تک غلتکی لایه‌ی نازک و یکنواختی از غذا بر اثر تماس با سطح غلتک (پاشیدن یا مالیدن) به کمک غلتک‌های مخصوص بر روی سطح خارجی استوانه پخش می‌شود. پیش از آن که استوانه یک دور کامل بزند (بین  $20^{\circ}$  ثانیه تا  $3^{\circ}$  دقیقه)، غذای خشک شده به وسیله‌ی تیغه‌ی ویژه که در امتداد طولی به طور یکنواخت با سطح استوانه تماس دارد، کنده می‌شود.

در نوع دو غلتکی، مایع بین دو غلتک که فاصله کمی با هم دارند ریخته می‌شود. این دو غلتک در خلاف جهت هم می‌چرخند. هرچه مایع رقیق‌تر باشد فاصله‌ی دو غلتک کمتر است.



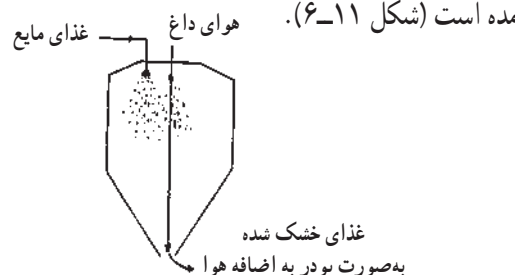
ب - دو غلتکی  
شکل ۱۲-۶- خشک کن غلتکی

در خشک کن‌های غلتکی، بازدهی انرژی بالا و سرعت خشک شدن زیاد است. این نوع خشک کن برای خشک کردن مایعاتی که حاوی مواد خمیری یا نیمه مایع هستند نسبت به خشک کن پاششی مناسب‌تر است اما به علت آسیبی که به غذاهای

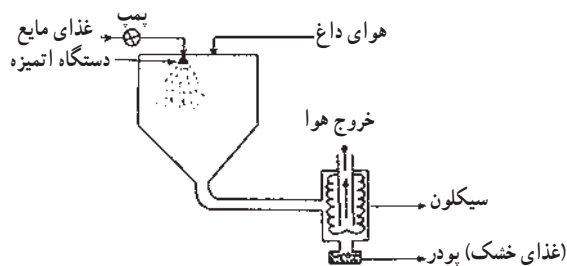
پاشنده‌ها در این خشک کن‌ها دو نوع‌اند: یکی فشاری، که در آن مواد با فشار زیاد ایجاد شده توسط پمپ از منفذ کوچکی عبور کرده و به صورت قطره درمی‌آید، نوع دیگری سانتریفوژی است که در آن مایع بر روی یک صفحه‌ی گردان که سرعت چرخش زیادی دارد پاشیده شده و تبدیل به قطره می‌شود. نوع اول برای مایعات رقیق و نوع دوم برای مایعات غلیظ و مایعاتی که در اثر فشار تغییر ماهیت می‌دهند کاربرد دارد.

این خشک کن برای خشک کردن شیر، قهوه، کاکائو، چای، تخم مرغ و عصاره‌ی میوه‌ها و سبزی‌ها کاربرد دارد.

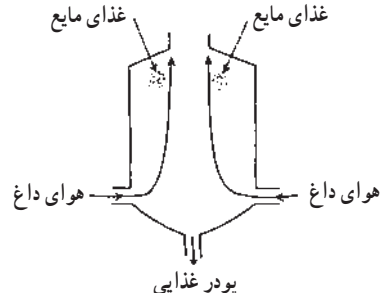
- تهیه پودر فوری<sup>۱</sup>: برای تهیه‌ی پودرهای فوری ابتدا از خشک کن پاششی استفاده کرده و رطوبت را به  $10\%$  درصد می‌رسانند سپس سطح خارجی ذرات خشک شده بخار داده می‌شود و بعد بخار با کمک خلأ تبخیر می‌شود. این خشک کن‌ها ممکن است عمودی یا افقی باشند که در تصاویر شمایی از انواع این خشک کن آمده است (شکل ۱۱-۶).



الف - خشک کن پاششی عمودی که هوا و ماده‌ی غذایی هم جهت است.



ب - خشک کن عمودی همراه با سیکلون



ج - خشک کن پاششی عمودی که هوا و ماده غذایی غیر هم جهت است.  
شکل ۱۱-۶- انواع خشک کن‌های پاششی



آب می باشد. در قسمت محفظه‌ی خلأ طبقاتی از صفحات فلزی که سینی‌های مواد غذایی روی آن قرار می‌گیرد تعبیه شده است. در زیر این صفحات لوله‌های تبخیرکننده وجود دارد.

طریقه‌ی استفاده از این دستگاه‌ها این است که ابتدا مواد غذایی را در سینی‌های فلزی قرار داده و سپس در محفظه‌ی خلأ می‌گذارند. دمای لوله‌های ماریج پیچ یخ‌زن را معادل  $4^{\circ}\text{C}$  - درجه سانتی‌گراد تنظیم کرده تا مواد غذایی در سینی‌ها و روی این صفحات در مدت کمی به طور کامل یخ بزنند. سپس در یخچه محفظه را بسته و پمپ خلأ را روشن می‌کنند تا این که خلأ با فشار کمتر از ۴ میلی‌متر جیوه ایجاد شود و پس از اطمینان از خلأ توسط فشارسنجی که در خارج دستگاه قرار دارد، ماریج پیچ یخ‌زن را خاموش کرده و منبع حرارتی را روشن می‌کنند تا دمای معادل  $37^{\circ}\text{C}$  تا  $38^{\circ}\text{C}$  عمل تصعید و خشک کردن را انجام دهد. در تمام زمان خشک کردن بایستی خلأ وجود داشته باشد. در پایان، در اثر نبودن بخار آب در محفظه‌ی خلأ فشار آن به حدود ۵ میلی‌متر جیوه می‌رسد که این نشان‌دهنده‌ی اتمام تصعید بوده و می‌توانند ماده‌ی غذایی خشک شده را از محفظه درآورده و بسته‌بندی کنند.

در دستگاه‌های نوین اتمام عمل خشک کردن با مکانیسم خودکاری که در خارج دستگاه قرار دارد نشان داده می‌شود. اکثر مواد غذایی چه مایع و چه جامد را با این روش می‌توان خشک کرد، مثل مواد گوشتی، سبزی‌ها، میوه‌ها، لبنیات و غیره.

حساس به حرارت وارد می‌شود، (ماده غذایی خشک شده با روش غلتکی حلالیت کمتری داشته و ارزش غذایی آن پایین‌تر است) تمایل به خشک‌کن‌های پاششی در مورد غذاهای با حجم زیاد روبه فزونی است. این خشک‌کن‌ها برای خشک کردن شیر، کشک، پوره، میوه و سبزی و خوراک دام استفاده می‌شود.

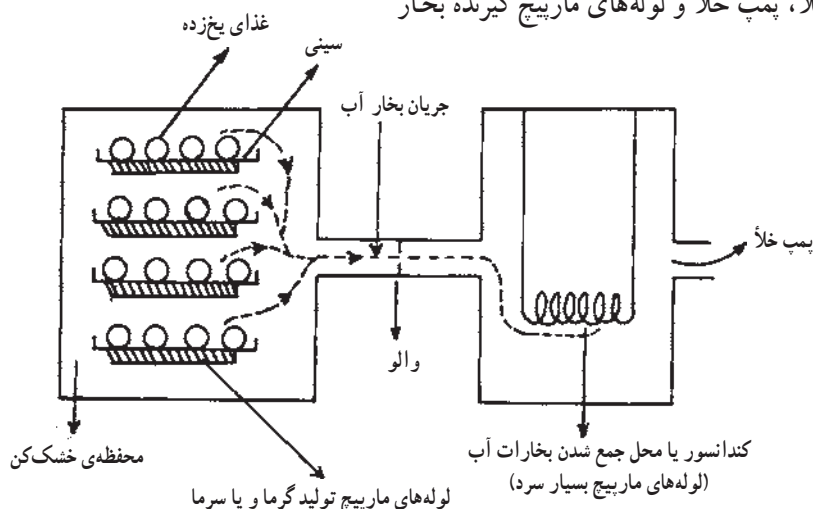
پیشرفت‌هایی در طراحی خشک‌کن‌های غلتکی به منظور بهبود ویژگی‌های ظاهری و غذایی مواد صورت گرفته است که شامل استفاده از غلتک‌های کمکی برای یکنواخت کردن غذا روی غلتک در حین خشک شدن بوده و استفاده از هوای سرد برای خنک کردن محصول است.

غلتک‌های خشک‌کن را می‌توان در مخازن خلأ قرار داد تا ماده‌ی غذایی در دمای پایین‌تر خشک شود. اما هزینه سنگین چنین سیستمی موجب می‌شود که کاربرد آن برای غذاهای با ارزش و حساس در برابر گرما محدود شود.

## ۹-۲-۶- خشک‌کن تصعیدی<sup>۱</sup>: مکانیسم خشک

کردن تصعیدی این است که ابتدا ماده‌ی غذایی را منجمد می‌کنیم و سپس در شرایط خلأ آن را خشک می‌نماییم. در نتیجه مولکول‌های یخ مستقیماً به بخار تبدیل می‌شود. این روش حداقل تغییرات فیزیکوشیمیایی را به ماده‌ی غذایی وارد می‌کند.

قسمت‌های اصلی یک دستگاه خشک‌کن تصعیدی (شکل ۱۳-۶) که امروزه به طور متداول به کار برده می‌شود عبارت است از یک محفظه‌ی خلأ، پمپ خلأ و لوله‌های ماریج پیچ گیرنده بخار



شکل ۱۳-۶- شمای خشک‌کن تصعیدی



هنرجویان از واحدهای تولید شیر خشک و انواع خشکبار بازدید کرده و در مورد انواع خشک کن ها و طرز کار آن ها گزارشی تهیه نموده و تحویل مربی خود نمایند.



### خودآزمایی

- ۱- قسمت های مختلف یک تبخیر کننده را نام ببرید.
- ۲- تبخیر کننده ی لوله کوتاه چه فرقی با تبخیر کننده ی لوله بلند دارد؟ این دو چه شباهتی با یکدیگر دارند؟
- ۳- مزایای تبخیر کننده ی لوله بلند چیست؟
- ۴- مشخصه ی تبخیر کننده های با گردش اجباری چیست؟
- ۵- ساختمان تبخیر کننده ی صفحه ای را توضیح دهید.
- ۶- نحوه ی طبقه بندی خشک کن ها را بیان کنید.
- ۷- قسمت های مختلف خشک کن های با هوای داغ را بنویسید.
- ۸- جهت الگوی جریان هوا در خشک کن های تونلی چگونه است؟
- ۹- چرا در خشک کن پنوماتیکی از سیکلون استفاده می شود؟
- ۱۰- خشک کن بستر سیال برای چه محصولاتی کاربرد دارد؟
- ۱۱- پاشنده های خشک کن پاششی چند نوع اند؟ توضیح دهید.
- ۱۲- نحوه ی عملکرد خشک کن غلتکی چگونه است؟ توضیح دهید.
- ۱۳- معایب و محاسن خشک کن غلتکی در چیست؟
- ۱۴- قسمت های مختلف خشک کن تصعیدی را نام ببرید.

## دستگاه‌های تولیدکننده‌ی سرما

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

- ۱- سیستم مکانیکی تولید سرما را توضیح دهد.
- ۲- چگونگی طبقه‌بندی فریزرها را بیان کند.
- ۳- مشخصات انواع فریزرها را توضیح دهد.

### مقدمه

یخ برای آب شدن نیازمند به گرفتن گرمای نهان ذوب است تا از فاز جامد به فاز مایع تبدیل گردد. در داخل یخدان این مقدار گرما از مواد غذایی گرفته می‌شود.

به‌طور کلی خنک‌کننده‌ها به دو دسته زیر تقسیم می‌شوند.

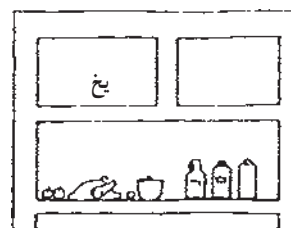
- ۱- یخچال‌های مکانیکی که در آن ماده سرمازا در یک مدار بسته به گردش درمی‌آید و با ماده‌ی غذایی تماسی ندارد.
- ۲- سیستم‌های سرماساز (کریوژنیک<sup>۱</sup>) که در آن ماده‌ی غذایی با ماده‌ی سرمازا در تماس خواهد بود.

۱-۱-۷- یخچال‌های مکانیکی: این سیستم از مدار بسته‌ای تشکیل شده که در آن ماده‌ی سرمازا به تناوب حالت بین گاز و مایع را طی می‌نماید. این تغییرها بر روی ماده‌ی سرمازا با استفاده از کاهش فشار (انبساط) و افزایش فشار (فشردن) انجام می‌پذیرد. این سیستم از اجزای زیر تشکیل شده است: تبخیرکننده<sup>۲</sup>، کمپرسور<sup>۳</sup>، کندانسور<sup>۴</sup> و شیر انبساط<sup>۵</sup>. شکل ۷-۲ چگونگی عمل سیستم مکانیکی را نشان می‌دهد. در داخل کمپرسور، گاز سرمازا، تحت فشار بالا قرار می‌گیرد. فشردن گاز باعث بالا رفتن دمای آن می‌گردد. سپس گاز فشرده شده وارد کندانسور شده، در این محل، ضمن کاهش دما، ماده‌ی سرمازا از حالت گاز به مایع تبدیل می‌شود. ماده‌ی سرمازا (به‌صورت مایع) در شرایط پایین فشار تبخیرکننده گرمای فضای اطراف را به خود جذب می‌نماید. این کار باعث تبخیر قسمتی از ماده‌ی سرمازا می‌گردد. گاز سرمازا به وسیله کمپرسور به‌طور پیوسته از تبخیرکننده خارج می‌گردد تا فشار و دمای این قسمت ثابت بماند.

یکی از مهم‌ترین روش‌های نگهداری مواد غذایی، نگهداری در دمای پایین می‌باشد که بر مبنای میزان دما، می‌توان آن را به دو دسته نگهداری مواد غذایی در سرمای بالای صفر درجه سانتی‌گراد و نگهداری مواد غذایی در حالت انجماد تقسیم‌بندی نمود. در حالت نخست ماده‌ی غذایی در دماهای بالای نقطه‌ی انجماد و پایین‌تر از  $15^{\circ}\text{C}$  نگهداری می‌شود. نگهداری به‌وسیله‌ی سرما به‌خاطر نتیجه‌بخش بودن در نگهداری کوتاه مدت در حد وسیعی مورد استفاده قرار گرفته است. اما انجماد ضمن افزایش مدت زمان ماندگاری محصول، تغییرات عمیق‌تری را در ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی آن به‌وجود می‌آورد.

### ۱-۷- دستگاه‌های فراوری مواد غذایی با استفاده از سرما (خنک‌کننده‌ها)

در زمان‌های قدیم برای کاهش دما از یخ استفاده می‌شده است. برای این کار یخ را در محفظه عایق‌بندی شده‌ی حاوی مواد غذایی قرار می‌دادند (شکل ۷-۱).



شکل ۷-۱- یخدان مواد غذایی



۲-۱-۷- سیستم کریوژنیک: در این سیستم، ماده‌ای به نام کریوژن با جذب گرمای محیط تغییر فاز می‌دهد. کریوژن‌های متداول در صنعت عبارت‌اند از: دی‌اکسید کربن جامد یا خشک، دی‌اکسید کربن مایع و ازت مایع.

طریقه‌ی کاربرد کریوژن‌ها بدین ترتیب است که آن‌ها را به صورت یخ خشک (دی‌اکسید کربن جامد) یا قطرات ریز (ازت مایع) در فضای سردخانه و یا بر روی مواد غذایی بسته‌بندی شده می‌پاشند. در نتیجه کریوژن پس از تماس با محیط با سرعت به صورت بخار درآمده و گرمای نهان تبخیر خود را از محیط گرفته و سبب کاهش دمای محیط می‌گردد. به دلیل کوتاه بودن زمان تماس تغییرات ایجاد شده در ماده‌ی غذایی بسیار ناچیز است. این سیستم در کارخانه‌های تولید کالباس به کار می‌رود. چون ماده‌ی سرمازا گرمای حاصل از خرد کردن و اختلاط را جذب می‌کند. همچنین در تهیه غذاهای سرد متشکل از چند لایه (مثل برخی از شیرینی‌ها) از این روش استفاده می‌شود به این ترتیب که نخست لایه‌ی اول غذا را می‌گسترانند و بعد سطح آن را با دی‌اکسید کربن، سرد و سخت می‌کنند، آن‌گاه لایه‌ی دوم را به سرعت وارد می‌کنند. به این ترتیب امکان تولید سریع و پیوسته خواهیم داشت.

۲-۷- دستگاه‌های مولد سرمای زیر صفر (فریزرها) به‌طور کلی فریزرها (منجمدکننده‌ها) به دو دسته‌ی فریزرهای (منجمدکننده‌های) مکانیکی و فریزرهای سرمازا (کریوژنیک) تقسیم می‌شوند.

در فریزرهای مکانیکی از هوای سرد، یا سطوح سرد شده جهت دفع گرما از غذا استفاده می‌شود. در فریزرهای سرماساز، ماده سرمازا را در تماس با ماده‌ی غذایی قرار می‌دهند (برخلاف فریزرهای مکانیکی که ماده‌ی سرمازا در یک مدار بسته تولید سرما به گردش در می‌آید). تقسیم‌بندی دیگری نیز بر پایه‌ی سرعت تشکیل یخ صورت می‌گیرد که به شرح ذیل است:

۱- انجماد کند که در آن سرعت تشکیل یخ  $2^{\circ}$  سانتی‌متر

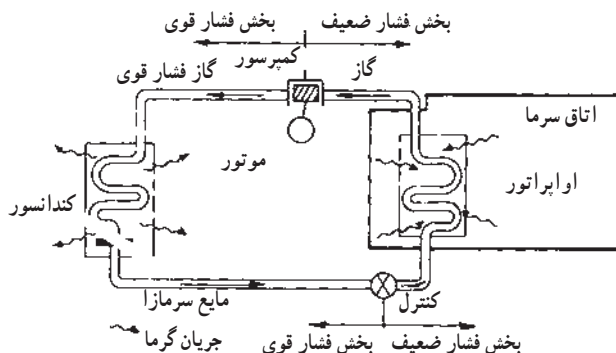
در ساعت است مثل فریزر صندوقی

۲- انجماد تند (سرعت تشکیل یخ  $3-5^{\circ}$  سانتی‌متر در

ساعت) مثل فریزر صفحه‌ای

۳- انجماد سریع (سرعت تشکیل یخ  $1-5^{\circ}$  cm در ساعت)

خنک کردن در کندانسور به وسیله آب یا هوا انجام می‌شود. ماده سرمازا پس از این که در کندانسور میعان پیدا کرد هنوز دارای همان فشار پس از تراکم می‌باشد. بنابراین وارد شیر انبساط می‌شود تا فشار آن به فشار اتمسفری (فشار تبخیرکننده) کاهش یابد.



شکل ۲-۷- سیستم مکانیکی تولید سرما

در خنک‌کننده‌های مکانیکی جهت دفع گرما از غذا ممکن است از هوای سرد، آب سرد و یا سطوح فلزی سرد استفاده شود. در خنک‌کننده‌های هوایی جهت به گردش درآوردن هوا از وزش اجباری استفاده می‌شود تا سرعت انتقال حرارت افزایش یابد. از این خنک‌کننده‌ها در وسایط نقلیه یخچال‌دار استفاده می‌شود.

در یخچال‌های قفسه‌ای فروشگاه‌ها هوای سرد در اثر وزش طبیعی به گردش در می‌آید و معمولاً به وزش اجباری نیازی نیست زیرا در دستگاه، غذاهای از پیش سرد شده را قرار می‌دهند و لذا بار حرارتی، اندک است.

برای خنک کردن بعضی از مواد غذایی از آب سرد استفاده می‌شود. مثلاً برای دفع حرارت محسوس میوه‌ها و سبزی‌ها، مستقیماً آن‌ها را در آب سرد غوطه‌ور می‌کنیم.

برای خنک کردن مواد غذایی مایع از گردش آب سرد در دستگاه تبادل گر حرارتی صفحه‌ای یا لوله‌ای استفاده می‌شود. از تبادل گرهای حرارتی مجهز به سیستم صفحه تراش نیز برای خنک کردن مواد غذایی مایع و نیمه‌جامد مثل کره و مارگارین استفاده می‌شود. به این ترتیب که آب سرد در جداره‌ی آن‌ها جریان دارد و ماده‌ی غذایی در اثر مجاورت با سطوح فلزی سرد، خنک می‌شود.

مثل فریزر بستر سیال

۴- انجماد فوق سریع (سرعت تشکیل یخ  $10^{\circ}$  تا  $10^{\circ}$  سانتی متر در ساعت) مثل فریزر کریوژنیک

### ۱-۲-۷- فریزرهای با هوای سرد

**الف- فریزر صندوقی<sup>۱</sup>:** در این فریزرها، ماده‌ی غذایی

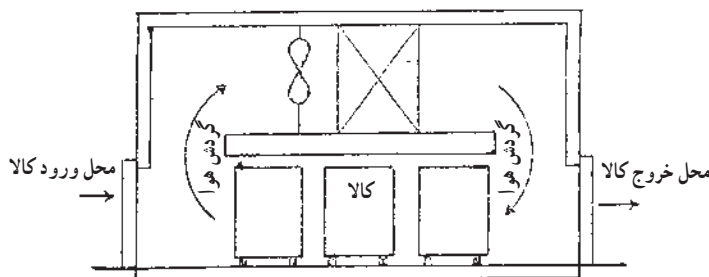
در فضای ساکن (دارای گردش طبیعی) از دمای  $2^{\circ}\text{C}$  تا  $3^{\circ}\text{C}$  منجمد می‌شود. زمان انجماد طولانی و سرعت انجماد کند است. سردخانه‌های با هوای ساکن درواقع نوعی فریزر صندوقی بزرگ به‌شمار می‌روند. در نوع اصلاح شده‌ی این فریزرها برای به گردش درآوردن هوا و افزایش کارایی انجماد از فن استفاده می‌شود. این فریزرها در فروشگاه‌ها و سوپرمارکت‌ها برای انجماد لاشه‌ی گوشت، مرغ، نگهداری مواد غذایی منجمد و سخت کردن بستنی کاربرد دارد.

**ب- فریزرهای کولاک<sup>۲</sup>:** این فریزرها ممکن است

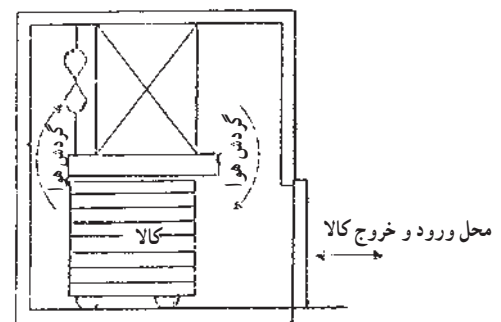
به‌صورت مداوم یا غیرمداوم باشند. در نوع غیرمداوم، ماده‌ی

غذایی بر روی سینی‌های خاصی چیده شده و درون کابینت‌ها و یا اتاق‌های فریزر قرار داده می‌شود (شکل ۷-۳). خروج ماده غذایی از تونل به‌طور دستی انجام می‌گیرد. درحالی که در روش مداوم ماده‌ی غذایی توسط واگن‌ها و یا نوار نقاله از داخل تونل انجماد عبور داده می‌شود (شکل‌های ۷-۴ و ۷-۵). این تونل عایق‌بندی شده است و هوا با سرعت  $1/5$  تا  $6$  متر بر ثانیه از روی غذا عبور می‌کند. جریان هوا داخل تونل ممکن است همسو و یا غیرهمسو باشد. درجه حرارت فریزر  $3^{\circ}\text{C}$  الی  $4^{\circ}\text{C}$  است. این روش برای مواد غذایی مختلف قابل انعطاف بوده و نسبتاً مقرون به‌صرفه است ولی برای مواد غذایی بسته‌بندی نشده دارای محدودیت است، چرا که به‌دلیل حجم هوای زیاد در حال گردش تبخیر از سطح مواد در حال انجماد انجام گرفته که موجب افت وزنی محصول و باعث سوختگی انجماد<sup>۳</sup> می‌گردد.

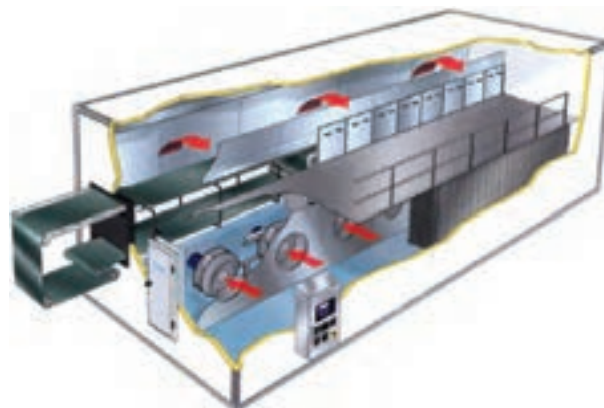
در این فریزرها می‌توان لاشه‌ی گوشت، فیله ماهی بسته‌بندی شده، غذاهای آماده بسته‌بندی شده و غیره را منجمد نمود.



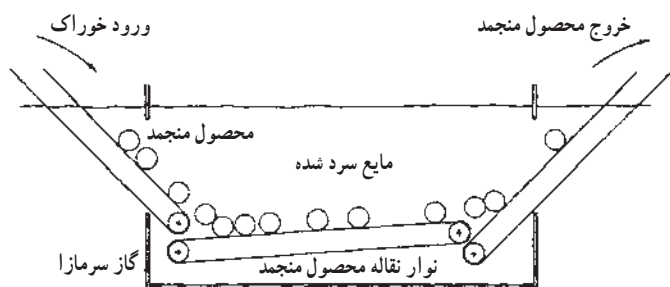
شکل ۷-۴- فریزر کولاک<sup>۲</sup> مداوم



شکل ۷-۳- فریزر کولاک<sup>۲</sup> غیرمداوم



شکل ۷-۵- منجمدکننده‌های نواری (نوعی فریزر کولاک<sup>۲</sup>)



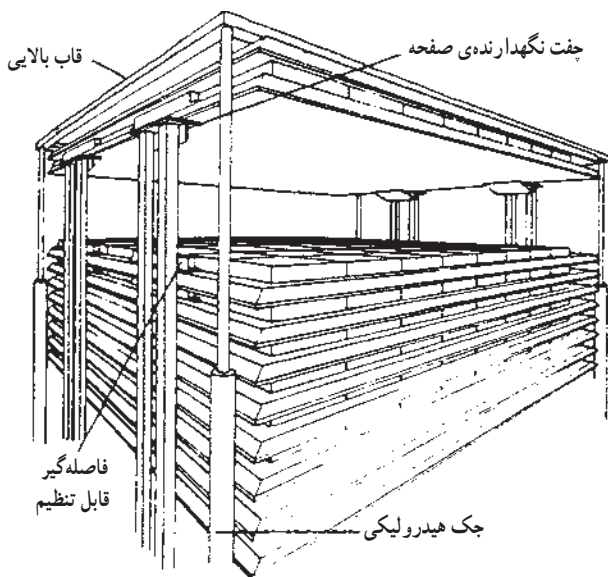
شکل ۷-۷- منجمدکننده‌ی غوطه‌وری

عصاره غلیظ بسته‌بندی شده میوه‌ها و پیش انجماد گوشت طیور و ماهی که در فیلم‌های پلاستیکی پیچیده شده است (قبل از انجماد کامل در فریزرهای کولایی) استفاده می‌شود.

### ۷-۲-۳- انجماد با سطوح سرد

**الف - فریزر صفحه‌ای:** این منجمدکننده‌ها، متشکل

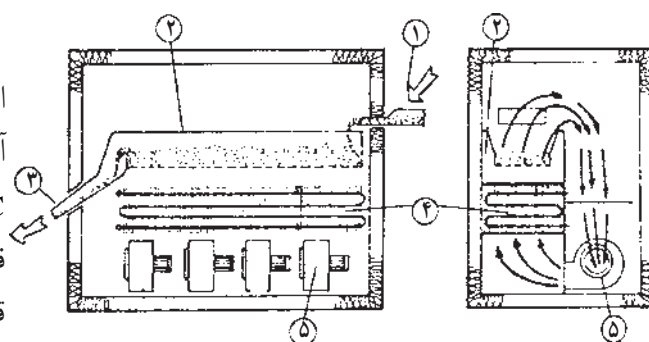
از یک یا دو صفحه توخالی افقی یا عمودی می‌باشند که از میان آن‌ها لوله‌های ماریج محتوی ماده‌ی سرمازا با دمای حدود  $-4^{\circ}\text{C}$  عبور می‌کند (شکل ۷-۸). تکه‌های مواد غذایی (مانند فیله ماهی، همبرگر و میگو) را به صورت یک لایه بین صفحات قرار می‌دهند و در نوعی از آن‌ها به حرکت درآوردن صفحات به طرف یکدیگر فشار مختصری بر غذا اعمال می‌کنند. این عمل سبب بهبود شکل هندسی و افزایش تماس بین سطوح غذا و صفحات می‌شود و در نتیجه سرعت انتقال حرارت را بالا می‌برد.



شکل ۷-۸- منجمدکننده‌ی صفحه‌ای

### ج - فریزرهای بستر سیال: در این نوع فریزر ماده‌ی

غذایی را با عمق بستر ۱۳-۲ سانتی متر بر روی نوار نقاله مشبک لریزان می‌ریزند و هوا با سرعت  $2-5 \text{ m/s}$  و دمای  $-25^{\circ}\text{C}$  الی  $-35^{\circ}\text{C}$  از پایین به طرف ماده‌ی غذایی حرکت می‌کند به طوری که مواد غذایی بر روی نوار نقاله تا ارتفاع چند سانتی متری حالت شناور پیدا کند و تمام سطوح آن‌ها در معرض هوای سرد قرار گیرد (شکل ۷-۶). این روش برای انجماد فراورده‌هایی مثل ذرت، نخودفرنگی، میگو و فراورده‌های سیب زمینی کاربرد دارد. ظرفیت این فریزرها بالاست (تا ۱۰ تن در ساعت گزارش شده است). زمان انجماد نخودفرنگی با این روش ۳-۴ دقیقه است.



۱- ورودی محصول منجمد نشده  
۲- نوار مشبک  
۳- محل خروج محصول از منجمدکننده  
۴- دستگاه سرمازا  
۵- دمنده

شکل ۷-۶- منجمدکننده با بستر سیال

### ۷-۲-۲- انجماد به روش غوطه‌وری

**فریزرهای غوطه‌وری<sup>۱</sup>:** این نوع فریزرها از یک مخزن

حاوی محلول سرد تشکیل شده‌اند. این تانک دوجداره است که در اثر گردش ماده‌ی سرمازا مایع درون تانک سرد می‌شود. معمولاً جهت ایجاد سرما از پروپیلن گلیکول، محلول نمک طعام و کلرور کلسیم به عنوان محلول سرد داخل تانک‌ها استفاده می‌شود. این محلول‌ها نقطه‌ی انجماد بسیار پایین‌تری نسبت به آب داشته در نتیجه طی فرایند انجماد تغییر حالت نمی‌دهند و کریستال نمی‌شوند. ماده‌ی غذایی بسته‌بندی شده توسط نوار نقاله وارد تانک شده و طول مسیر تانک و سرعت نوار نقاله متناسب با زمان انجماد تنظیم می‌شود (شکل ۷-۷). این نوع فریزرها هزینه سرمایه‌گذاری پایینی دارند و از آن‌ها برای انجماد

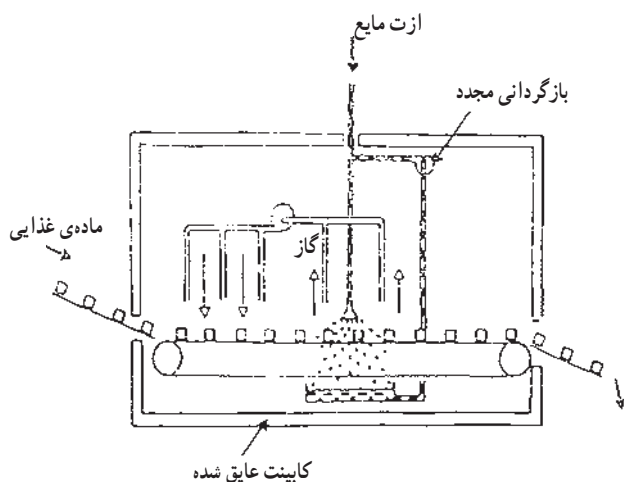
ظرفیت این فریزرها نسبتاً کم است ولی کارایی انجماد آنها مطلوب است. هزینه‌ی سرمایه‌گذاری نسبتاً بالاست و قابلیت انعطاف آن برای مواد غذایی با اشکال مختلف محدود است و فقط برای غذاهایی که به شکل پهن و نازک هستند قابل استفاده است.

ب- منجمدکننده مجهز به سیستم صفحه تراش: دستگاه بستنی‌ساز یک منجمدکننده سطح تراش است. این منجمدکننده‌ها استوانه‌ی دوجداره هستند که در داخل استوانه ماده‌ی غذایی و در جداره، ماده‌ی سرمازا گردش می‌کند. این فریزر برای مواد غذایی مایع و غلیظ مثل بستنی کاربرد دارد. در داخل استوانه تیغه‌های چرخان، با شعاعی تقریباً برابر با شعاع استوانه، وجود دارد که با چرخش خود دائماً ماده‌ی غذایی منجمد شده در جداره‌ی استوانه را می‌تراشد و با هوا می‌آمیزد (شکل ۹-۷).

مواد سرمازای مورد استفاده در این منجمدکننده‌ها معمولاً آمونیاک و آب نمک می‌باشند.

دمای ماده‌ی خروجی از فریزر حدوداً  $-4^{\circ}\text{C}$  تا  $-7^{\circ}\text{C}$  است. لذا ماده‌ی غذایی در این فریزر فقط انجماد اولیه می‌شود و انجماد نهایی باید در فریزرهای دیگر انجام شود.

شکل ۱۰-۷ منجمدکننده‌ی ازت مایع



شکل ۱۰-۷ منجمدکننده‌ی ازت مایع

دما و سرعت نوار نقاله را به کمک ریزپردازنده‌ها به نحوی تنظیم می‌کنند که دمای ماده‌ی غذایی در هنگام خروج از دستگاه، صرف‌نظر از بار حرارتی غذای ورودی، به یک مقدار از پیش تعیین شده برسد.

از روش کریوژنیک به صورت غوطه‌وری هم استفاده می‌شود ولی از آن جایی که سرعت انجماد بسیار بالاست شوک حرارتی شدید وارد شده و احتمال صدمات بافتی در ماده‌ی غذایی حساس وجود دارد.

مزایای این روش نسبت به روش مکانیکی ساده و پیوسته بودن دستگاه، ارزان بودن دستگاه، کاهش میزان از دست دادن آب و خشک شدن سطح محصول (در سیستم مکانیکی بر اثر وزش باد قسمتی از آب ماده‌ی غذایی خشک می‌شود)، انجماد سریع، راه‌اندازی و عدم نیاز به برفک‌زدایی، مصرف انرژی اندک و حذف اکسیژن در حین انجماد می‌باشد. عیب این دستگاه بهای نسبتاً زیاد ماده‌ی سرمازا است.

از روش کریوژنیک برای انجماد میوه‌ها و سبزی‌ها، میگو و ماهی استفاده می‌شود.

شکل ۹-۷ برش نمای میانی تبادله کننده‌ی نوع تیغه تراش



۱- محور چرخنده ۲- تیغه ۳- بدنه استوانه

شکل ۹-۷ برش نمای میانی تبادله کننده‌ی نوع تیغه تراش

#### ۴-۲-۷ منجمدکننده‌های سرماساز (کریوژنیک):

به دو صورت پیوسته و غیر پیوسته وجود دارد.

در سیستم پیوسته ماده‌ی غذایی بدون بسته‌بندی، یا بسته‌بندی شده، بر روی یک نوار نقاله مشبک از درون تونلی عبور می‌کند (شکل ۱۰-۷). ابتدا ماده‌ی غذایی به وسیله‌ی گاز

هنرجویان از سردخانه‌های بالای صفر و سردخانه‌های زیر صفر بازدید کرده و گزارش خود را تحویل مربی نمایند.

### خودآزمایی

- ۱- اساس کار یخچال‌ها را توضیح دهید.
- ۲- روش‌های انتقال سرما در یخچال‌های مکانیکی به چه صورت می‌باشد؟
- ۳- سیستم منجمدکننده کریوژنیک را توضیح دهید.
- ۴- منجمدکننده‌ها به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
- ۵- منجمدکننده‌ی صندوقی چه کاربردی دارد؟
- ۶- محدودیت فریزرهای کولاسی برای کدام نوع مواد غذایی می‌باشد؟
- ۷- چگونگی کارکرد فریزر بستر سیال را توضیح دهید.
- ۸- منجمدکننده‌ی صفحه‌ای را توضیح دهید.
- ۹- مشخصات دستگاه بستنی‌ساز را بیان کنید.
- ۱۰- مزایا و معایب روش کریوژنیک را بیان کنید.

### دستگاه‌های پرکن، دربندی و بسته‌بندی

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

- ۱- انواع پرکن‌های مواد غذایی (پرکن مایعات، مواد پودری و ...) را توضیح دهد.
- ۲- دستگاه دربندی قوطی را توضیح دهد.
- ۳- چگونگی بستن ظروف انعطاف‌پذیر را توضیح دهد.
- ۴- ماشین‌های پرکننده و دوخت و همچنین ماشین‌های FFS افقی و عمودی را توضیح دهد.
- ۵- ماشین پوشش‌دهنده و برجسب‌زنی را توضیح دهد.

#### ۸-۱- دستگاه‌های پرکن

پرکردن قوطی‌ها و شیشه‌های درب گشاد از مواد نسبتاً غلیظ یا پودری، مانند رب، مربا، غذای کودک و یا پودر شیر خشک ممکن است از پرکن‌های پیستونی استفاده نمود که در این صورت ظروف را تک تک و یا چند ظرف را با هم پرمی‌کنند (شکل ۸-۱). مکانیسم کار این پرکن به صورت یک سیلندر و پیستون می‌باشد. هنگامی که ظرف دقیقاً به محل پرکردن می‌رسد دریچه‌ی تحویل‌دهنده ماده‌ی غذایی باز شده، دریچه‌ی ذخیره بسته می‌شود و با حرکت برگشت پیستون، ماده‌ی غذایی به داخل ظرف تخلیه می‌شود. با حرکت بعدی پیستون، دریچه تحویل‌دهنده بسته و دریچه‌ی ذخیره باز می‌شود. به این طریق پیستون برای پرکردن بعدی آماده می‌شود (شکل ۸-۲).

این نوع ماشین‌ها عملیات لازم برای پرکردن ظرف از محصول را انجام می‌دهند. با توجه به تنوع ظروف و بسته‌های مورد استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی ممکن است عملیات پرکردن دربطری، قوطی، کیسه، بشکه، کارتن و ... انجام شود. عمل پرکردن در بسیاری موارد به صورت خودکار انجام می‌شود و فقط برای فراورده‌هایی که شکل و اندازه یکنواختی ندارند از روش‌های دستی استفاده می‌شود. دستگاه‌های پرکن خودکار بسیار متنوع‌اند و بسته به نوع فراورده با یک‌دیگر فرق می‌کنند. آنچه در زیر آمده است بعضی از پرکن‌های متداول در صنعت است که با آن‌ها آشنا می‌شویم.

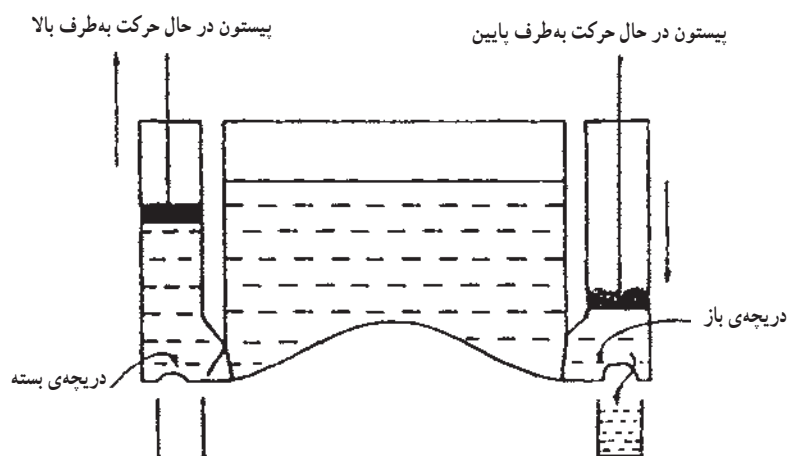
##### ۸-۱-۱- پرکن‌های حجمی یا پیستونی<sup>۱</sup>: برای

<sup>۱</sup> - Measured dosing filling





شکل ۸-۱- پرکن پیستونی



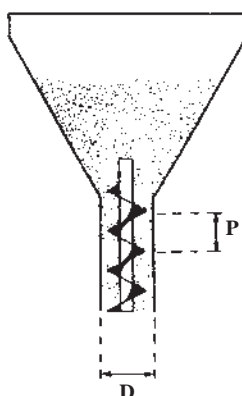
شکل ۸-۲- چگونگی عملکرد پرکن پیستونی

می‌کنند (شکل ۸-۳). این پرکن برای محصولات پودری و دانه‌ریز و هم چنین فراورده‌هایی مثل نخودفرنگی قابل استفاده است.

۸-۱-۲- پرکن فنجان‌ی<sup>۱</sup>: در این پرکن، ابتدا فنجان‌ها محصول را از قیف ذخیره دریافت کرده و پر می‌شوند و سپس محتوی خود را برای پرکردن بسته ماده غذایی تخلیه

عمل پرکردن را انجام می‌دهد. تعداد چرخش‌های ماریچ مقدار ماده جهت پرکردن را مشخص می‌کنند (شکل ۸-۴).

غیر از موارد فوق، پرکن‌های دیگری نیز در صنعت رایج است از جمله پرکن‌های وزنی که هم برای مواد مایع و هم پودری قابل استفاده است. در پرکن‌های وزنی، مواد با وزن مشخص وارد ظرف می‌شوند.



شکل ۸-۴- پرکن مته‌ای

۸-۱-۴- پرکن تحت خلأ: این پرکن برای مایعات رقیق و غلیظ مانند آبلیمو و سس مایونز که در شیشه‌های درب تنگ پر می‌شود کاربرد دارد. مکانیسم عمل به این ترتیب است که هوای داخل شیشه‌ها از روزنه‌های کنار پرکن مکیده شده و فراورده را، از مجرای وسطی شیشه به‌طور یکنواخت پر می‌کند.

## ۸-۲- ماشین‌های دوخت<sup>۳</sup>

دوخت‌ها حساس‌ترین قسمت یک بسته می‌باشند و دوخت ناقص طول عمر انباری مواد غذایی را کمتر می‌کند. ماشین‌هایی که عملیات، دربندی را در بسته‌بندی مواد غذایی انجام می‌دهند بسیار متنوع‌اند که در ذیل به مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود.

۸-۲-۱- دربندی قوطی: عمل دربندی قوطی‌ها توسط دستگاه دربند<sup>۴</sup> صورت می‌گیرد. قوطی‌های غذا پس از پرشدن و عمل تخلیه‌ی هوا فوراً دربندی می‌شوند. عمل تخلیه‌ی هوا به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. در زیر (شکل ۸-۵) یک دستگاه اگزاستر با آب داغ نشان داده شده است، که در آن قوطی‌های پر شده پیش از دربندی از آب داغ عبور کرده و دمای



شکل ۸-۳- پرکن فنجان‌ی

۸-۱-۳- پرکن مته‌ای<sup>۱</sup>: این پرکن که برای محصولات پودری و دانه‌ریز استفاده می‌شود نوعی پرکن حجمی است. یک ماریچ در قسمت پایین قیف حاوی محصول دانه‌ریز قرار گرفته و

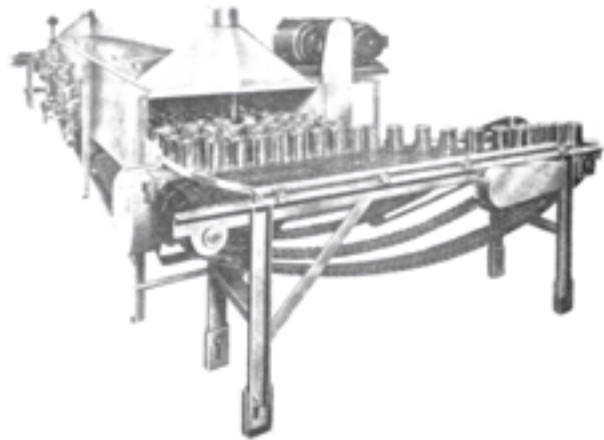
۱- Auger fillers

۲- Vacuum filling

۳- Sealing machine

۴- Seamer

آن بالا رفته و گازهای آن خارج می‌شود.



شکل ۸-۵- دستگاه اگزاستینگ با آب داغ

حرارتی<sup>۱</sup> می‌توان عمل دوخت پوشش‌ها را انجام داد. این ماشین‌ها دارای فک‌هایی هستند که با جریان برق گرم شده و سپس با فشار بر روی فیلم، دوخت حرارتی را انجام می‌دهند. در ماشین‌های جدید به جای جریان برق از راه‌های دیگری عمل گرم کردن را انجام می‌دهند. در این ماشین‌ها به جای فک‌هایی که با جریان برق گرم می‌شوند از الکترودهایی استفاده می‌شود که موجب ایجاد گرما بین سطوح داخلی فیلم می‌شود. به طوری که سطوح خارجی فیلم از حد معینی بیشتر گرم نمی‌شوند. در نتیجه فیلم‌ها به الکتروده نمی‌چسبند (در نوع اول فیلم به فک‌ها می‌چسبید) به ماشین‌های نوع دوم، ماشین‌های دوخت با فرکانس بالا می‌گویند. ماشین‌های نوع اول برای دوخت لفاف‌هایی از جنس پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن و ماشین‌های بافرکانس بالا برای دوخت لفاف‌هایی از جنس پلی‌وینیل کلراید و استات سلولز مناسب هستند.

ممکن است عملیات دوخت توسط درزگیرها هم صورت بگیرد که دارای انواع متعددی هستند. یک نوع آن که درزگیر چسبی (در بندی سرد) نام دارد برای بسته‌های محصولات حساس در برابر گرما به کار می‌رود (مثل شکلات، بستنی، بیسکویت با روکش شکلات) که در این روش به کمک چسب عمل دوخت انجام می‌گیرد.

### ۸-۳- ماشین‌های شکل‌دهنده، پرکننده و دوخت بسته‌های غذایی (FFS)<sup>۲</sup>

طیف وسیعی از ماشین‌ها در این گروه قرار می‌گیرند. وجه اشتراک همه‌ی آن‌ها در این است که عملیات ساختن بسته، پرکردن و دوخت و در بندی در آن‌ها به طور همزمان در یک دستگاه انجام می‌شود.

با توجه به طرح دستگاه و نوع بسته‌ای که ایجاد می‌شود این ماشین‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارت است از:

#### ۸-۳-۱- ماشین‌های FFS عمودی: در این ماشین‌ها

یک حلقه از مواد قابل انعطاف به کار برده می‌شود (کاغذ، فیلم یا فویل) که آن را به صورت لوله درآورده، سپس درز آن را می‌دوزند و در یک تناوب منظم آن را پرمی‌کنند و یا آن را از طول تا می‌زنند و درز آن را در گوشه‌ی راست می‌بندند تا یک پاکت

### ۸-۲-۲- درب بندی بطری‌های شیشه‌ای: عمل

درب بندی بطری‌های شیشه‌ای توسط دست و یا با ماشین‌های نیمه خودکار و تمام خودکار صورت می‌گیرد (شکل ۸-۶).



شکل ۸-۶- دستگاه درب بندی شیشه

### ۸-۲-۳- بستن ظروف انعطاف پذیر: مواد ترموپلاستیک

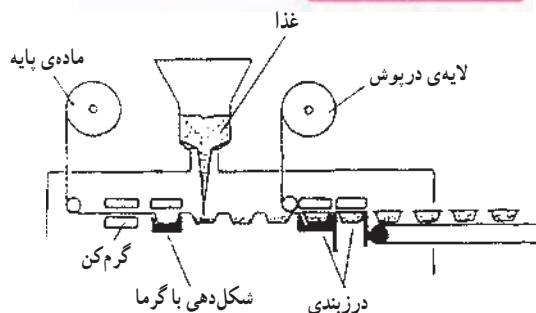
که ترکیب اصلی پوشش‌هاست پس از حرارت دادن نرم و ذوب شده و پس از سرد شدن دوباره سخت می‌شوند. به کمک ماشین دوخت

محصولاتی نظیر مواد دانه‌ریز، پودری، تنقلات نظیر پفک و بیسکویت به کار می‌رود.

ماشین فلوپک برای بسته‌بندی محصولات نظیر بیسکویت، شکلات، آب‌نبات و ... به کار می‌رود. ماشین فلوپک به صورت افقی نیز وجود دارد.

**۲-۳-۸- ماشین‌های FFS افقی:** این ماشین‌ها نقاط مشترک زیادی با ماشین‌های FFS عمودی دارند و سه عمل اصلی ساختن بسته، پرکردن محصول داخل بسته و دوخت درب بسته را با هم انجام می‌دهند. با این تفاوت که لفاف پس از باز شدن از تیوب به طرف یک محل افقی (جایی که عملیات بعدی صورت می‌گیرد) کشیده می‌شود و عملیات بسته‌بندی در یک سطح افقی صورت می‌گیرد. به طور کلی در ماشین‌های افقی، محصول مسافت کمتری را جهت قرار گرفتن در بسته طی می‌کند بنابراین جهت غذاهای چسبناک مناسب‌ترند. ماشین‌های عمودی قیمت کمتری داشته و فضای کمتری را از کف سالن اشغال می‌کنند. دو نوع از ماشین‌های FFS افقی ماشین ترموفورمینگ و ماشین کیسه‌ساز است.

**الف - ماشین ترموفورمینگ<sup>۲</sup>:** وجه تمایز این سیستم با روش‌های دیگر استفاده از حرارت جهت نرم کردن و شکل‌دهی ظرف است. کاربرد این ماشین در تهیه مواد غذایی بسته‌بندی شده در ظروف یک‌نفره می‌باشد. (مثل مربای یک‌نفره)



شکل ۸-۸- شکل‌دهی، پرکردن و درب‌بندی ظروف تک نفره

شکل بگیرد، سپس پر شده و چسبانده می‌شود. وجه اشتراک این ماشین‌ها، حالت عمودی دستگاه برای ساخت، پرکردن و درب‌بندی آن است. با توجه به نوع بسته‌ای که در نهایت تولید می‌شود ماشین‌های مختلفی در این گروه قرار می‌گیرند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها ماشین تتراپک است.

**ماشین تتراپک<sup>۱</sup>:** این ماشین که برای بسته‌بندی شیر، آب‌میوه و ... به کار می‌رود می‌تواند به صورت اسپتیک عمل شکل دادن بسته، پرکردن و درب‌بندی را انجام دهد. جنس بسته می‌تواند از مواد پلی‌اتیلن و لفاف آلومینیوم باشد. ابتدا رول بسته‌بندی قبل از فرم گرفتن به داخل آب اکسیژنه ۳۰ درصد وارد و غوطه‌ور می‌شود، سپس بعد از این مرحله آب اکسیژنه اضافی از آن تبخیر می‌شود. بعد ظرف شکل گرفته و عمل پرکردن انجام می‌گیرد و در نهایت دوخت نهایی (بستن ظرف) انجام می‌گیرد (شکل ۷-۸). به این ترتیب یک بسته چهار سطحی به دست می‌آید که به نام تتراپک موسوم است.



شکل ۷-۸- سیستم تتراپک

نوع دیگر ماشین‌های FFS عمودی برای بسته‌بندی