سرمایش کرایوژنیک در صنایع غذایی

شرکت گاز کربنیک اردستان

تبرید یا سرمایش

به فرایند انتقال گرما از یک فضای بسته یا یک ماده به خارج از آن با هدف کاهش دما و حفظ آن در نقطه‌ای پایین‌تر تبرید یا سرمایش (Refrigeration)می‌گویند. همچنین فرایندی را که برای رسیدن به دماهای خیلی پایین مورد استفاده قرار می‌گیرد، کرایوژنیک (cryogenics)میباشد.

سرما در واقع وجود ندارد؛ سرما یعنی نبود گرما. در نتیجه برای کاهش دما باید گرما را خارج کرد. با در نظر گرفتن قانون دوم ترمودینامیک (the Second Law of Thermodynamics)، هنگام دفع گرما مقداری کار نیز باید انجام شود. این کار عموما به شکل مکانیکی انجام می‌شود اما می‌تواند در صورت‌های مغناطیسی یا لیزر نیز باشد.

کاربردهای تاریخی

برداشت یخ

استفاده از یخ برای فریز کردن و حفظ غذا به زمان‌های ماقبل تاریخ باز می‌گردد. در طول قرن‌ها برداشت فصلی برف و یخ حرفه‌ای عادی در میان فرهنگ‌های مختلف باستانی بوده است: چینی‌ها، عبرانیان، یونانی‌ها، رومی‌ها و پارس‌ها یخ و برف رادر غارها یا حفره‌ها جمع‌آوری و سپس با مواد عایق مانند کاه پوشانده می‌شد. پارس‌ها یخ را در گودال‌هایی با نام «یخچال» (yakhchals) ذخیره می‌کردند. ذخایر یخ به مردم اجازه می‌داد در طول فصول گرم غذا را سالم نگاه دارند. قرن‌ها این روش برای حفظ غذا کارآمد بود و حتی در قرن بیستم نیز کاربرد خود را حفظ کرد.

اصفهان_خیابان امام خمینی_بعد از بیمارستان امام حسین
مجتمع تولیدی گازهای طبی، صنعتی و آزمایشگاهی اردستان
۰۳۱-۳۳۸۶۳۲۳۰ ۰۹۱۳۳۰۴۳۷۶۷

در قرن شانزدهم، کشف فناوری تبرید شیمیایی (chemical refrigeration)یکی از اولین قدم‌ها در راه رسیدن به تبرید مصنوعی بود. هنگامی که سدیم نیترات یا پتاسیم نیترات در آب حل می‌شوند، دمای آن را پایین می‌آورند. آب سرد حالا به عنوان حمامی برای کاهش دمای موادی مانند نوشیدنی‌ها در ایتالیا استفاده می‌شد.

در طول نیمه‌ی اول قرن نوزدهم، برداشت یخ به حرفه‌ای بزرگ در امریکا تبدیل گشت. «فردریک تودر» (Frederic Tudor) که به پادشاه یخ معروف شد، تلاش می‌کرد تا عایق بهتری برای حمل‌ونقل یخ در فواصل زیاد و به ویژه به مناطق گرمسیر تولید کند.

اولین سیستم‌های تبرید

اولین روش مصنوعی تبرید توسط ویلیام کولن (William Cullen) در دانشگاه گلاسکوی اسکاتلند در سال ۱۷۵۶ معرفی شد. کولن از یک پمپ برای ایجاد خلأ نسبی بالای ظرفی شامل دی‌اتیل اتر استفاده کرد. همان‌طور که می‌دانید با کاهش فشار روی مایع، مایع در دمای پایین‌تری شروع به جوشش می‌کند. دی‌اتیل اتر به همین ترتیب با گرفتن گرما از محیط اطراف می‌جوشید. با این روش کولن حتی توانست مقداری یخ تولید کند، اما کار او کاربرد عملی در آن زمان پیدا نکرد.

در سال ۱۸۰۵، مخترع امریکایی الیور اوانز (Oliver Evans) سیستم تبریدی بر اساس فشرده‌سازی بخار طراحی کرد اما هیچ‌گاه طرح خود را نساخت.

در سال ۱۸۲۰، دانشمند بریتانیایی مایکل فارادی (Michael Faraday)توانست با افزایش فشار و کاهش دما آمونیاک مایع تولید کند.

در سال ۱۸۳۴، ژاکوب پرکینز (Jacob Perkins) توانست اختراع سیستم تبرید تراکمی را به نام خود ثبت کند. پرکینز حتی نمونه‌ای عملیاتی ساخت اما نتوانست این دستگاه را در مقیاس گسترده به فروش برساند.

در سال ۱۸۴۲، فیزیک‌دان امریکایی جان گاری (John Gorrie) اولین سیستم را برای تولید یخ از آب ساخت. او حتی به سرمایش فضای منزل یا ساختمان‌های اداری نیز با این روش می‌اندیشید.

سیستم جان ابتدا هوا را فشرده می‌کرد. هوای گرم فشرده در این مرحله با آب قبل از انبساط خنک می‌شد. در مرحله‌ی بعد، انبساط هم‌آنتروپی یا آیزنتروپیک (isentropic expansion) هوا، دمای آن را تا حد زیاد پایین می‌آورد که می‌توانست منجر به تولید یخ از آب گردد. گرچه جان نیز توانست نمونه‌ای از دستگاه خود بسازد، اما موفقیت اقتصادی خاصی به دست نیاورد.

الکساندر توینینگ (Alexander Twining) نیز شروع به انجام آزمایش‌هایی با سیستم تراکمی تبرید کرد و در نهایت توانست در سال ۱۸۵۴ به نخستین تولید کننده اقتصادی یخچال در آمریکا تبدیل گردد.

در همین بین، «جیمز هریسون» (James Harrison) که در اسکاتلند به دنیا آمد و به استرالیا مهاجرت نمود، شروع به بهره‌برداری از ماشین یخ‌ساز مکانیکی در سال ۱۸۵۱ کرد. در سال ۱۸۶۱ تعداد زیادی از سیستم‌های او در سردخانه‌های گوشت و کارخانه‌های تولید نوشیدنی مورد استفاده قرار گرفت.

مهندسان استرالیایی، آرژانتینی و امریکایی در فکر سیستمی برای سردخانه‌های کشتی بودند تا این که در میانه‌های دهه‌ی ۱۸۷۰ میلادی، اولین موفقیت اقتصادی توسط ویلیالم سولتائو داویدسون (William Soltau Davidson)رقم خورد. او توانست یک یخچال بزرگ در کشتی «Dunedin» در سال ۱۸۸۲ نصب کند. اختراع او منجر به حمل‌ونقل راحت گوشت و مواد لبنیاتی شد.

اولین سیستم تبرید جذبی گاز (gas absorption refrigeration system)با استفاده از آمونیاک حل شده در آب توسط فردیناند کاری (Ferdinand Carré) از فرانسه در سال ۱۸۶۰ به ثبت رسید. با توجه به خاصیت سمی آمونیاک، از این سیستم در خانه‌ها استفاده نشد اما برای تولید یخ در کارخانه‌های یخ‌سازی مورد استفاده قرار گرفت. حتی در همین زمان هم بسته‌های یخ تولیدی به

روش برداشت یخ رایج بود.تادس لو (Thaddeus Lowe) یکی از خلبانان بالن در جنگ داخلی امریکا سال‌ها روی خواص گازها مشغول به کار بود. یکی از اصلی‌ترین کارهای او تولید گاز هیدروژن در مقیاس بالا به شمار می‌رود. وی همچنین اختراعاتی در مورد ماشین تولید یخ به ثبت رساند. ماشین یخ تراکمی او انقلابی در سردخانه‌های صنعتی به پا کرد. در سال ۱۸۶۹ او و سرمایه‌گذاران دیگر یک کشتی بخار را خریداری و روی آن یکی از یخچال‌های خود را نصب کردند. گروه تادس با در اختیار داشتن یک یخچال روی کشتی شروع به تجارت میوه‌ها و گوشت تازه نمودند. البته به دلیل دانش ناکافی این گروه در مورد کشتیرانی و عدم تمایل مردم به مصرف گوشتی که مدت‌ها در یخچال نگه‌داری شده بود، تجارت به‌سختی شکست خورد. یخچال‌های مکانیکی در حدود سال ۱۹۱۱ در ایالات‌متحده به خانه‌های مسکونی و ساختمان‌های اداری / تجاری راه خود را پیدا کردند.

کاربردهای تجاری گسترده

در سال ۱۸۷۰، سازندگان نوشیدنی به بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان واحدهای تبرید تبدیل شدند؛ البته بسیاری از این واحدها هنوز از یخ‌های برداشتی در فصول سرما استفاده می‌کردند. بااینکه نیاز به مصرف یخ روزبه‌روز در قرن بیستم افزایش می‌یافت، آلودگی و پساب‌های شهری و صنعتی با پیشرفت انقلاب صنعتی به ذخایر طبیعی یخ راه پیدا کرد؛ درنتیجه برداشت یخ در بسیاری از کلان‌شهرها دیگر یک گزینه‌ی مناسب نبود.کارخانه‌های مصرف‌کننده‌ی یخ کم‌کم به کیفیت آن اعتراض می‌کردند و به همین دلیل تقاضا برای سردخانه‌های صنعتی بالا رفت. در سال ۱۸۹۵، مهندس آلمانی کارل ون لینده (Carl von Linde)فرایندی در مقیاس بالا برای مایع سازی هوا طراحی کرد و ساخت. در ادامه امکان استفاده از اکسیژن مایع در یخچال‌های خانگی به‌صورت امن به وجود آمد.خودروهای ریلی با یخچال در دهه‌ی منتهی به سال ۱۸۴۰ در امریکا برای انتقال محصولات لبنیاتی در فواصل کوتاه مورداستفاده قرار گرفت.تا سال ۱۹۰۰، کشتارگاه‌های شیکاگو به سیستم تبرید چرخه‌ی آمونیاک مجهز شدند. در سال ۱۹۱۴، تقریباً در جای‌جای ایالات‌متحده از تبرید مصنوعی استفاده می‌شد.

مراحل تولید گاز به روش کرایوژنیک

فرایند تولید گاز به روش تقطیر جزءبه‌جزء شامل مراحل زیر است :

۱. **فشرده‌سازی هوا :**در مرحله اول ابتدا هوای محیط برای زدودن گردوغبار فیلتر شده و سپس وارد کمپرسور سیستم می‌شود تا به فشار تقریبی ۶ بار برسد.
۲. **تبرید و خالص‌سازی هوا :**برای از بین برن ناخالصی‌ها تصفیه مقدماتی هوا پیش از تجزیه به اجزای سازنده‌اش صورت می‌گیرد. هوا توسط آب در یک خنک‌کننده خنک شده و ناخالصی‌های قابل انحلال در آب از آن جدا می‌شود. گازهای کربن دی‌اکسید، بخارآب و هیدروکربن‌ها توسط جاذب‌های مولکولارسیو جذب می‌شوند زیرا در غیر این صورت یخزده و در تجهیزات رسوب می‌کنند.
۳. **تبادل گرمایی :**سرمایش بیشتر هوا در مبدل حرارتی با استفاده از تبادل حرارتی متقابل (countercurrent) با گاز نیتروژن اضافی حاصل از فرآیند تقطیر صورت می‌گیرد. در این مرحله هوا تا دمای نزدیک به مایع شدن سرد می‌شود.
۴. **فشرده‌سازی و تبرید محصولات داخلی :**فشرده کردن بیشتر جریان هوا توسط بوسترها انجام می‌شود. هوا در فشاری حدود ۵ تا ۱۰ بار مکش می‌شود. فشارهای مختلف برای راندمان‌های متفاوت می‌باشد. سرمایش هوای خروجی از بوستر در یک مبدل گرمایی فشار بالا انجام می‌شود. سپس عملیات انبساط و خنک کردن جریان هوای خروجی از بوستر در توربین‌های انبساط انجام می‌شود. انبساط و میعان جریان هوای خروجی از بوستر در جداکننده مایع انجام می‌شود.

۵. **سرد کردن کرایوژنیک هوا :**در این بخش خنک کاری ابتدایی هوا تا منفی ۱۷۵ سانتی‌گراد صورت می‌گیرد. هوا همان‌طور که در ستون مایع بالا می‌رود سردتر شده تا جایی که تبدیل به مایع شود.

۶. **جداسازی :**در ستون تقطیر، هوا در یک فرایند کاملاً فیزیکی به اجزای سازنده‌اش تبدیل می‌شود. جداسازی اولیه هوای میعان یافته و سرد شده در ستون فشار صورت گرفته و جریان غنی از اکسیژن مایع در پایین ستون و جریان غنی از گاز نیتروژن در بالای ستون جمع می‌شود. ابتدا اکسیژن با دمای جوش بالاتر (-183 °C) متراکم می‌شود، پس‌ازآن نیتروژن با دمای جوش پایین‌تر (-196 °C) میل به کندانس دارد. مایع کردن گاز نیتروژن خالص در کندانسور انجام می‌شود حال‌آنکه گاز اکسیژن خالص در انتهای ستون فشار پایین و از روی بویلر جمع‌آوری می‌شود. جداسازی بیشتر در ستون فشار پایین انجام‌شده و اکسیژن خالص از پایین ستون و نیتروژن خالص از بالای ستون تقطیر خارج می‌شود.

۷. **سرد کردن کرایوژنیک آرگون :**گاز غنی از آرگون از ستون فشار پایین به ستون گاز آرگون خام منتقل‌شده و گاز آرگون خالص از طریق جدایش در ستون آرگون خام حاصل می‌شود. اکسیژن مایع موجود در ستون آرگون به ستون فشار پایین پمپ شده و زدودن نیتروژن مایع هم در ستون آرگون خالص انجام می‌گیرد.

۸. اکسیژن و نیتروژن تولیدشده با فشار ۴۰ بار وارد خطوط شبکه می‌شوند.

۹. اکسیژن و نیتروژن مایع و در داخل مخازن پر می‌شوند.

روندهای اخیر کاربرد Cryogenics در فرآوری و نگهداری مواد غذایی

استفاده از Cryogens در ابعاد مختلف فرآوری و حفظ مواد غذایی آغازگر یک دوره جدید از خنک‌کننده غیر از VCR های معمولی بود. همان‌گونه که هر عملیاتی دارای مزایا و معایبی است، کاربردهای برودتی نیز از این قاعده مستثنی نیستند. بااین‌حال، یک برنامه منطقی می‌تواند معایب را به حداقل برساند و منافع موجود را از آن به حداکثر برساند. در بین برنامه‌های کاربردی جهت ایجاد برودت، Cryogrinding از یک پتانسیل فوق‌العاده برخوردار است. بهبود کاهش مصرف برق، کاهش اندازه، حفظ رنگ و عطروطعم نمونه قطعاً در این روش از روش‌های معمول فراتر است.

سازگاری با محیط زیست دیگر مزایای استفاده از کرایوژن هستند. انجماد فوق سریع Cryogen بهترین روش برای انجماد است که به خوبی شناخته‌شده است و می‌تواند به‌راحتی این نیاز را برآورده کند. امروزه، محققان همچنین در تلاش‌اند تا از کرایوژن برای تولید محصولات لبنی مانند بستنی استفاده کنند. از Cryogen می‌توان به‌طور مؤثر برای حمل‌ونقل غذاهای منجمد استفاده کرد. چندین روش تکامل‌یافته Cryogen وجود دارد و جایگزین واقعی تکنیک‌های تبرید مکانیکی موجود درانجماد تغذیه هستند. از یخ خشک (دی‌اکسید کربن جامد) به‌صورت تجاری برای انتقال مواد غذایی حساس به گرما استفاده می‌شود. ازاین‌رو، در صورت طراحی و برنامه‌ریزی صحیح، Cryogen می‌تواند با صنایع غذایی مطابقت داشته باشد. یکی از مهم‌ترین روش‌های کاهش اندازه، آسیاب کردن (ساییدن) ذرات است که در آن اندازه ذرات مواد کاهش می‌یابد و درنتیجه سطح ذاتی ماده افزایش می‌یابد. این درواقع به این معنی است ک ه اجزای اصلی ماده، مانند روغن داخل سلول‌ها، طعم‌دهنده‌ها و رایحه‌ها برای کاربردهای بیشتر در دسترس هستند. مشاهده‌شده است که اندازه اولیه، شکل و مقاومت مواد، نوع آسیاب استفاده‌شده، پارامترهای عملیاتی مانند دما، اندازه غربال، تعداد دنده‌های روتور، تعداد چکش یا تعداد وزنه‌ها و غیره به‌طور چشمگیری بر مصرف برق آسیاب برای خرد کردن مواد در اندازه‌های کوچک‌تر تأثیر می‌گذارد .

متأسفانه، از کل توان مصرف‌شده برای خرد کردن مواد، فقط حدود ۱٪ از انرژی مصرف‌شده در شل شدن پیوند بین ذرات و درنهایت کاهش اندازه ذرات خردشده و افزایش سطح کل موجود می‌شود. بقیه ورودی توان، یعنی ۹۹٪ انرژی هدر خواهد رفت. این امر در درجه اول به این دلیل است که انرژی استفاده‌نشده به‌صورت گرما از بین می‌رود و دما را به ۴۲ تا ۹۳ درجه سانتیگراد می‌رساند.

بسیاری از مواد ارزشمند مانند روغن‌های فرار و طعم‌دهنده هاکه در ماده آسیاب شده وجود دارند با افزایش دما ناخواسته از دست خواهد رفت. هرچه دما بیشتر باشد، از بین رفتن این مواد فرار بیشتر است. یکی دیگر از مشکلات مرتبط این است که اگر ماده‌ای که آسیاب می‌شود دارای مقدار زیادی روغن باشد، در هنگام

آسیاب کردن، روغن زیادی از آن خارج می‌شود ماده‌ای که محصول را چسبناک و لزج می‌کند که باعث مسدود شدن الک می‌شود.

یکی از محدودیت‌های اصلی فرآیند سابیدن معمولاً افزایش حرارت است. یکی از روش‌های عملی برای کنترل خسارت‌های حرارتی، انجام آسیاب یا خرد کردن در شرایط دمایی کنترل‌شده است. ازاین‌رو، سابیدن در دمای کاهش‌یافته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مالکین و گوو محاسبه دما و تأثیر آن در آسیب حرارتی به ماده تحت آسیاب را بررسی کرده‌اند. آن‌ها پیشنهاد کردند که اگر دمای سطوح تماسی آسیاب را کاهش دهیم می‌توانیم محصول بهتری به دست آوریم. در قاعده کلی سابیدن تحت روش کرایوژنیک تغییری ایجاد نمی‌شود. تغییرکیفیت مواد در هنگام سابیدن برای مواد بسیار پیچیده حاوی مقدار زیادی روغن فرار و چربی به این دلیل است که به‌راحتی قابل اکسایش هستند. استفاده از کرایوژن، مانند نیتروژن مایع (LN_2) به دو منظور انجام می‌شود؛ دمای آسیاب را کاهش می‌دهد و شرایط محیطی را فراهم می‌کند که برای تغییرات اکسیداتیو در مواد آسیاب شده مضر نیست. تمام گیاهان دارویی حساس به حرارت و مواد غذایی مهم می‌توانند زیر دمای شکننده آن‌ها (دمایی که در آن مواد شکننده می‌شوند یا مواد برای آسیاب شدن مناسب می‌شوند) خرد شوند. مزیت آسیاب کرایوژنیک این است که رنگ و سایر خواص محصولات تغییر نمی‌کند و طعم و ارزش غذایی آن‌ها از بین نمی‌رود.

می‌توان مزیت‌های آسیاب کرایوژنیک را به‌صورت زیر خلاصه کرد:
(۱) بهبود کمبودها در پی استفاده از آسیاب‌های معمولی که منجر به کاهش کیفیت محصول می‌شود و همچنین رفع مشکل تشکیل گردوغبار.

(۲) ازنظر علمی ثابت‌شده است که استفاده از فناوری کرایوژنیک برای آسیاب ادویه‌جات یک تکنیک مناسب بدون از دست دادن محتوای روغنی فرار مواد است و باعث بهبود رنگ می‌شود، همچنین موجب تسهیل عمل آسیاب می‌شود. (۳) استفاده از اطلاعات و داده‌ها در مورد خواص ادویه‌جات و آسیاب کرایوژنیک جهت توسعه سیستم آسیاب کارآمد.

مشاهده‌شده است که آسیاب برودتی Gelucire 44/14 را به‌صورت پودر تولید می‌کند که باعث می‌شود خصوصیات فیزیکی، ظرفیت امولسیون و عملکرد انحلال آن را تغییر نکند

آسیاب عادی پودرهای باکیفیت پایین تولید می‌کند که مطابق با استاندارد بین‌المللی کیفیت نیست. درنتیجه یا قیمت‌های پایین‌تری برای آن دریافت می‌کنند یا توسط کشورهای واردکننده پذیرفته نمی‌شود.

با گردش هوای سرد یا آب در اطراف دستگاه آسیاب می‌توان افزایش دما را تا حدی کاهش داد؛ اما این تکنیک برای کاهش قابل‌توجه افزایش دمای محصول کافی نیست. از دست دادن مواد فرار می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی توسط آسیاب برودتی کاهش یابد.

روش سابیدن کرایوژنیک با استفاده از نیتروژن مایع (LN_2) یا کربن دی‌اکسید مایع (LCO_2) تبرید موردنیاز برای کاهش گرمایش ادویه‌ها و حفظ دمای پایین مطلوب را با جذب گرما در حین کار آسیاب فراهم می‌کند. روغن موجود در مواد به دلیل درجه حرارت بسیار پایین در روتور، جامد می‌شود، به‌طوری‌که مواد شکننده می‌شوند و به‌راحتی خرد می‌شوند و اجازه می‌دهند تا آسیاب به‌اندازه مناسب و سازگارتر به محصول آسیاب شده باکیفیت بالا تولید کند.

تقاضای میوه‌های تازه در بازار داخلی یا بین‌المللی همیشه بسیار بالا است. مشتریان حتی در مقایسه با منابع موجود دیگر، به دنبال میوه تازه حتی باقیمت‌های بالاتر هستند. اما به دلیل فاسدشدنی بودن میوه‌ها، ماندگاری آن‌ها بسیار کوتاه است. فعالیت‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مواد میوه دلیل اصلی فسادپذیری میوه‌ها است و از همان لحظه جدا شدن از گیاه مادر شروع می‌شود

سلول‌های زنده محصولات گیاهی برداشت‌شده به‌طور مداوم، با استفاده از اکسیژن موجود (O_2) از محیط اطراف و انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) به محیط اطراف آن تنفس می‌کنند. مشخص‌شده است که تنفس شامل مجموعه‌ای از واکنش‌های اکسیداسیون است که در آن انواع مواد موجود در سلول‌ها به CO_2 اکسید می‌شوند . فرآیند تنفس پس از برداشت محصول تازه ازنظر غلظت O_2، CO_2 و اتیلن به دمای هوای ذخیره‌سازی و ترکیب آن بستگی دارد. فعالیت‌های آنزیمی با تأمین دمای پایین به حداقل می‌رسند. از کرایوژن ها مانند LN_2 می‌توان به‌طور مؤثر برای کنترل ترکیبات گاز و دمای محیطی محصولات استفاده کرد. انجماد یکی از آسان‌ترین، راحت‌ترین و گسترده‌ترین روش‌های صنعتی برای نگهداری مواد غذایی است.

غذای منجمد اندکی قبل از جنگ جهانی دوم ظاهر شد. کیفیت غذای منجمد تابعی از شرایط اولیه غذا و دمای نگهداری است. غذاهای منجمد به‌طور مناسب، رنگ، طعم و بافت اصلی و

به‌طورکلی مواد مغذی بیشتری نسبت به غذاهای نگهداری شده با روش‌های دیگر، حفظ می‌کنند. در فرآیند انجماد، تحرک مولکولی محدودشده و درنتیجه واکنش‌های شیمیایی و بیولوژیکی مانند فعالیت آنزیم و اکسیداسیون در آن دما کاهش می‌یابد. برخلاف عملیات حرارتی، انجماد میکروارگانیسم را از بین نمی‌برد بلکه فعالیت آن‌ها را کاهش می‌دهد. اگرچه ازنظر میکروبیولوژیکی پایدار است، اما محصول مستعد واکنش‌های فیزیکی و بیوشیمیایی است که ممکن است کیفیت ارگانولپتیک آن را به خطر بیندازد.
تکنیک انجماد در حال پیشرفت است تا سریع‌تر، کارآمدتر و مقرون‌به‌صرفه تر شود. بااین‌حال درک بهتر از اصول انجماد برای تهیه کالای منجمد باکیفیت بالا و تغذیه بهتر با هزینه و زمان کمتر برای مصرف‌کنندگان ضروری است.

اصفهان_خیابان امام خمینی_بعد از بیمارستان امام حسین
مجتمع تولیدی گازهای طبی، صنعتی و آزمایشگاهی اردستان
۰۳۱-۳۳۸۶۳۳۳۰ ۰۹۱۳۳۰۴۳۷۶۷