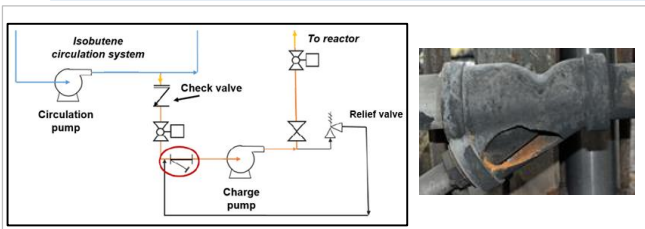
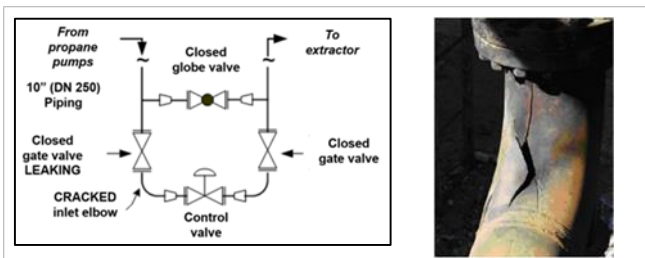


## با گرما و سرما انبساط حرارتی رخ می دهد!

آگوست 2025



شکل 1: سمت چپ، نقشه شماتیک حادثه سال 2019 (گزارش CSB شماره 2019-02-1-TX سمت راست، صافی شکسته شده (CSB) دایره قرمز در نقشه شماتیک



شکل 2: سمت چپ، نقشه شماتیک حادثه سال 2007 بر اساس گزارش CSB شماره 2007-05-1-TX سمت راست، زانوی ورودی ترک خورده (CSB)

در آوریل سال ۲۰۱۹، در یک کارخانه تولید مواد شیمیایی خاص، بخشی از خط لوله با ایزوبوتن مایع پر شده و بسته شده بود. درجه حرارت این بخش به تدریج افزایش یافت و در اثر افزایش دما، یک صافی چدنی در مسیر خط لوله ترکید و سوراخی به اندازه یک دست در آن ایجاد شد. پس از نشت مایع به محیط، آتش سوزی و انفجار رخ داده و در اثر این حادثه ۳۱ نفر مجروح شدند (یک نفر صدمات شدید دیده و خسارات عظیمی زیادی به دنبال داشت. (به نشریه های Beacon در ماه می و جولای 2024 مراجعه کنید)

در ماه فوریه سال ۲۰۰۷، در یک پالایشگاه، بخشی از یک خط لوله شکافته و پروپان تحت فشار به محیط آزاد شد. این بخش از خط لوله در حدود 15 سال پیش از سرویس خارج شده بود ولی همچنان به سایر بخشهای خط لوله فعال متصل بود. در اثر این آتش سوزی چهار نفر آسیب دیده و مقدار زیادی از مواد به هدر رفت. یکی از شیرهای قطع کننده جریان به مقدار کمی نشتی داشته و باعث شده تا مقدار کمی آب موجود در پروپان نشت کرده و سپس در بخش تحتانی شیر جمع شود. هوای سرد سبب منجمد شدن آب گردیده و پس آب شدن، پروپان به محیط منتشر شده است. (به نشریه Beacon در ماه اکتبر ۲۰۰۸ مراجعه کنید)

### آیا می دانستید؟

- معمولاً مواد با افزایش دما منبسط می شوند. به این دلیل که اتم ها و مولکول های آن سریع تر حرکت کرده و فضای بیشتری را اشغال می کنند.
- فاز گازی هر ماده به مراتب حجم بیشتری نسبت به حالت مایع یا جامد آن ماده دارد. حالت گازی فضای خالی زیادی را اشغال می کند. علاوه بر این براحتی فشرده شده و باعث کاهش فضای خالی میان مولکول ها می شود.
- برای گازهایی مانند هوا، افزایش دما از ۳۲ درجه فارنهایت (صفر درجه سانتیگراد) به ۵۲۳ درجه فارنهایت (۲۷۳ درجه سانتیگراد) باعث دو برابر شدن حجم آن می شود. اگر این حجم اضافی در ظروف یا خط لوله وجود نداشته باشد، فشار دو برابر خواهد شد.
- در مقابل، مایعات و جامدات دارای مولکول ها و اتم های فشرده ای هستند و حتی تحت فشار بسیار زیاد نیز قابلیت فشرده سازی زیادی نیستند. در صورت گرم شدن، این مواد منبسط می شوند، انبساط مایعات بیشتر از جامدات است. لوله هایی که در دمای بالا در سرویس هستند، برای جبران تغییرات دما دارای حلقه های انبساطی (Expansion Loop) هستند و مایعات داخل آن در صورتی که فضای کافی نداشته و یا تجهیز برای تخلیه فشار (Relief Device) نداشته باشد، می تواند باعث پارگی خط لوله شود. همانطور که در شکل 1 دیده می شود.
- آب در هنگام یخ زدن (جامد شدن) در حدود 9 درصد افزایش حجم خواهد داشت. این ویژگی باعث می شود یخ روی آب شناور شود، به همین دلیل بطری های آب در فریزر می ترکند - و همین اثر باعث شده که زانویی در خط لوله پروپان شکسته شود (شکل ۲)

### شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- اگر متوجه شدید که بخشی از تجهیزات به صورت محکم و ثابت نصب نشده اند، ممکن است این کار برای جبران انبساط حرارتی شده باشد. سعی نکنید آن را اصلاح کنید، بهتر است موضوع را به سرپرست خود اطلاع دهید.
- شلنگ ها یا لوله هایی که از مایع پر شده اند را مسدود نکنید، به ویژه اگر در معرض نور خورشید یا گرما قرار دارند، مگر آنکه تجهیز برای کاهش فشار (Relief Device) داشته باشند. این موضوع به راحتی در هنگام بازرسی های عیب یابی نادیده گرفته می شود. برای جدا سازی (Isolating) و کاهش فشار، حتماً از روش ها و دستورالعمل های مصوب پیروی کنید.
- اگر دمای محیط به پائین تر از ۳۲ درجه فارنهایت (صفر درجه سانتیگراد) رسید، قسمت هایی از خطوط لوله که ممکن است آب در آنها باقی مانده باشد بررسی کنید تا در برابر یخ زدگی محافظت شوند. نقطه انجماد سایر مواد ممکن است نیاز به اقدامات پیشگیرانه در برابر یخ زدگی در دماهای متفاوت داشته باشد.

**گرما یا سرمای زیاد می تواند باعث شکستن تجهیزات شما شود**