

# بررسی عملکرد سیستم‌های تبرید CO<sub>2</sub> در شرایط موج گرما و لزوم ارتقا به فشار 130 بار

○ اثرات فشار پایین

○ راهکار

○ چالش طراحی دمای محیط

○ محدودیت‌های سیستم



تابستان سال 2022، انگلستان شاهد دماهای بی‌سابقه‌ای بود که عملکرد بسیاری از سیستم‌های تبرید در فروشگاه‌های زنجیره‌ای را مختل کرد. این مقاله به بررسی چالش‌ها، علل فنی، و راهکارهای ارتقای سیستم‌های ترانس کریتیکال CO<sub>2</sub> در برابر گرمای شدید می‌پردازد.

### ۱. چالش طراحی دمای محیط:

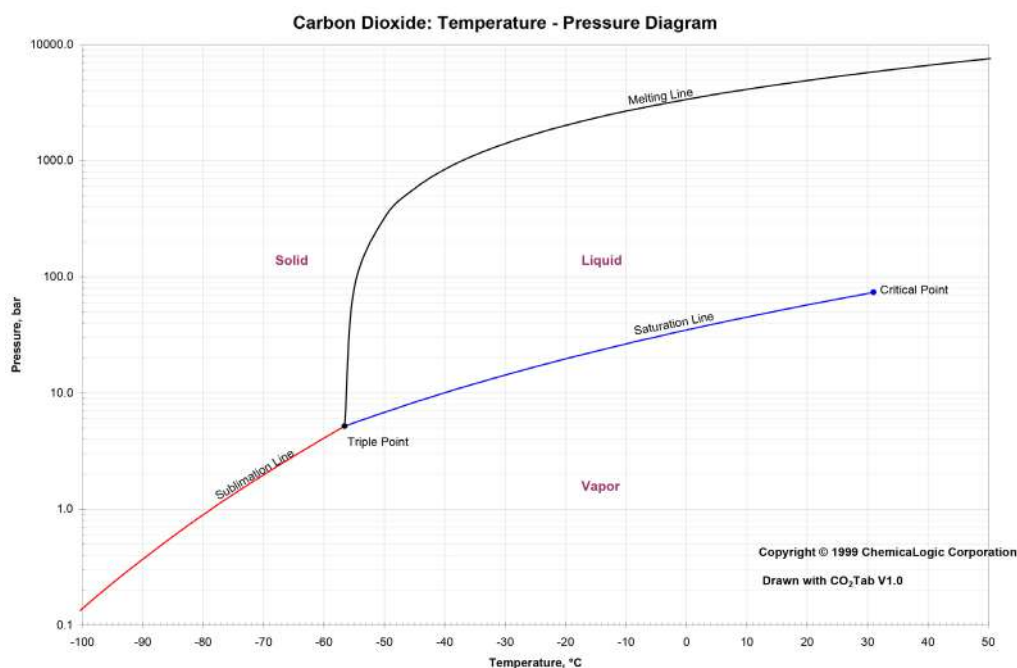
تا چند دهه پیش، دمای طراحی  $^{\circ}\text{C}32$  برای محیط‌های بیرونی در نظر گرفته می‌شد، اما اکنون با روند گرمایش جهانی، این عدد به  $^{\circ}\text{C}42$  نزدیک شده است. این افزایش دما، توان عملکردی بسیاری از سیستم‌های فعلی را به چالش می‌کشد.

### ۲. مشکل اساسی:

فشار پایین گاز کولر یکی از اصلی‌ترین مشکلات در موج‌های گرما، پایین

### مقدمه:

افزایش دما به دلیل تغییرات اقلیمی، سیستم‌های تبرید را با چالش‌های فنی جدیدی مواجه کرده است. بسیاری از سوپرمارکت‌ها با از کار افتادن تجهیزات تبرید، از دست رفتن مواد غذایی و ضررهای مالی مواجه شدند. در این میان، سیستم‌های  $\text{CO}_2$  که پیش‌تر به‌عنوان جایگزین سبز برای مبردهای سنتی معرفی شده بودند، به‌خاطر محدودیت‌های عملکردی در دماهای بالا، مورد نقد قرار گرفتند.



### نمودار فاز $\text{CO}_2$ (فشار- دما)

این نمودار نشان دهنده تغییرات حالت های فیزیکی  $\text{CO}_2$  (جامد، مایع، گاز و سیال فوق بحرانی) براساس دما و فشار است. نقاط کلیدی مانند نقطه سه گانه و نقطه بحرانی در این نمودار مشخص شده است.

تولید بیش از حد گاز فلاش (Flash Gas)

افزایش فشار در رسیور  
بار اضافی روی کمپرسورها و کاهش  
ظرفیت واقعی تبرید  
افزایش جریان جرمی  $\text{CO}_2$  و افت  
فشار زیاد در اجزای سیستم  
فعال شدن کلیدهای فشار بالا و قطع  
عملکرد کمپرسورها

#### ۴. محدودیت‌های سیستم‌های ۱۲۰

بار: استاندارد EN۳۷۸ سیستم‌ها را  
به فعال‌سازی کلید فشار بالا در ۱۰۸  
بار محدود می‌کند، در حالی که تنظیم

بودن فشار خروجی از گاز کولر در  
سیستم‌های  $\text{CO}_2$  است.

فشار بهینه برای عملکرد مناسب در  
دماهای بالا باید بیش از ۹۶ بار باشد،  
اما بیشتر سیستم‌ها روی ۸۵ بار یا  
کمتر تنظیم شده‌اند تا از قطعی‌های  
اضطراری جلوگیری کنند. این در حالی  
است که برای عملکرد بهینه، فشار باید  
افزایش یابد.

#### ۳. اثرات فشار پایین:



کمپرسورها ایجاد کرد. این راهکار، در عین پیچیدگی، قابل پیاده‌سازی در سیستم‌های موجود است.

فشار ایمنی روی ۱۲۰ بار است. این فاصله محدود باعث می‌شود عملکرد در فشارهای بالای ۹۶ بار پرریسک شود.

## ۵. راهکار:

## نتیجه‌گیری:

با افزایش دفعات و شدت موج‌های گرما، نیاز به طراحی و اجرای سیستم‌های تبرید مقاوم‌تر اجتناب‌ناپذیر است. تجربه کشورهای جنوب اروپا نشان داده که عملکرد پایدار سیستم‌های CO<sub>2</sub> در دماهای بالا ممکن است، مشروط به طراحی مناسب، بهینه‌سازی کنترل‌ها و ارتقای تجهیزات.

سیستم‌های ۱۳۰ بار با ارتقای سیستم به فشار ۱۳۰ بار، امکان تنظیم فشار کاری روی ۱۰۰ بار بدون خطر فعال شدن کلید ایمنی فراهم می‌شود. همچنین تنظیم کلید فشار بالا روی ۱۱۷ بار، فضای امن‌تری برای عملکرد سیستم فراهم می‌آورد.

## ۶. گزینه‌های موجود برای سیستم‌های

### فعلی:

### پیشنهاد نهایی:

تولیدکنندگان سیستم‌های کنترل باید به‌طور جدی روی توسعه الگوریتم‌های هوشمند برای کنترل دقیق فشار گاز کولر تمرکز کنند. همچنین ارتقای سیستم‌ها به فشار ۱۳۰ بار، می‌تواند راهکاری مطمئن برای آینده‌ای گرم‌تر باشد.

### الف) استفاده از خنک‌کننده‌های آدیاباتیک:

پاشش آب روی گاز کولر می‌تواند دمای آن را کاهش دهد، اما مسائل مربوط به کنترل کیفیت آب، رسوب، خوردگی و ایمنی بهداشتی، چالش‌های قابل توجهی ایجاد می‌کند.

### ب) بهینه‌سازی کنترل شیر HPV:

با بهبود الگوریتم‌های کنترلی شیر فشار بالا، می‌توان واکنش مناسب‌تری به نوسانات فشار و فعال شدن