

### پیش‌گفتار

شرکت مشاوران بهسازی نوسازی انرژی (مبنا) در نظر دارد در راستای ارتقای دانش مهندسی، ماهنامه پیش رو را در موضوعات روز مهندسی تاسیسات کشور از جمله تجهیزات و سیکل‌های سرمایش و گرمایش، تهویه مطبوع و انواع مختلف آپشن‌های موجود بر روی دستگاه‌ها و اثرات هریک بر روی کارکرد سیستم، منتشر نماید. اطلاعات منتشر شده در این ماهنامه حاصل سال‌ها تجربه متخصصان و مهندسان این شرکت است که جهت اشتراک با جامعه مهندسی تاسیسات کشور در این قالب منتشر می‌شود. شرکت مبنا از هرگونه نظر و پیشنهاد از سمت متخصصان و صاحب‌نظران این رشته صمیمانه استقبال می‌نماید.

### هیات تحریریه

سردبیر: امین ذوالفقاری

اعضای هیات تحریریه: دکتر رامین قربانی، دکتر پیام اسدالله‌زاده

همکاران این شماره: محسن محمدی، محسن حسینی

ایمیل: fani@mabnaco.net

### مقدمه

سیستم‌های سرمایشی با گسترش نیاز بشر به تهویه مطبوع در نقاط و کاربردهای مختلف، به صورت روزافزون مورد استفاده قرار می‌گیرند. کمپرسور به عنوان قلب یک سیستم سرمایشی، به دلیل هزینه بالاتر نسبت به دیگر قطعات از اهمیت بالایی برخوردار است. هنگام کارکرد سیستم در بارهای جزئی، در صورتی که کنترلی روی ظرفیت کمپرسور وجود نداشته باشد، باعث خاموش و روشن شدن‌های مکرر کمپرسور گشته و از عمر مفید آن کاسته می‌شود. راهکار بایپس گاز داغ علی‌رغم اینکه کاربرد وسیعی ندارد و دامنه‌ی کاربرد آن به سیستم‌های با ظرفیت پایین محدود می‌شود، به عنوان روش مناسبی برای افزایش طول عمر سیستم پیشنهاد می‌شود. اضافه کردن بایپس گاز داغ به سیستم سرمایش، راهکاریست که با وجود کاهش ضریب عملکرد ممکن است برای رسیدن به اهداف مذکور و سهولت نگهداری سیستم سرمایش ضروری باشد. بایپس گاز داغ پتانسیل تغییر ظرفیت یا بهبود قابلیت اطمینان سیستم را داراست. اما این مزایا هنگامی مشخص می‌شود که به طور دقیق ارزیابی از مناسب بودن آن و توجه به طراحی، نصب، کنترل و تعمیر و نگهداری صورت گیرد. موفقیت به کار بردن بایپس گاز داغ به کارکرد سایر بخش‌های سیستم وابسته است. برای درک بهتر کارکرد این سیستم، به صورت مختصر، مروری بر کاری که بایپس گاز داغ انجام می‌دهد ارائه شده و چگونگی اعمال آن بیان می‌گردد.

### مسئله

هنگامی که کاهش بار، سیستم سرمایش را مجبور به عملکرد در شرایط ناپایدار می‌کند، رفته رفته کمپرسور و اواپراتور در فشار و دماهای کم و کمتر فعالیت می‌کنند. در صورتی که این پدیده کنترل نشود، باعث یخزدگی ناگهانی کویل سرد و افزایش احتمال وارد شدن مبرد مایع به کمپرسور و یا تعدد دفعات روشن خاموش شدن کمپرسور می‌گردد.

بایپس گاز داغ می‌تواند با منحرف کردن بخار مبرد داغ و فشار بالا، مستقیماً از خط تخلیه کمپرسور به خط فشار پایین، سیستم را به نقطه تعادل برساند. این تاکتیک، کمپرسور را در حالت بار نامی قرار می‌دهد، در صورتی که اواپراتور شرایط بار جزئی را تامین می‌کند. در عین حال، بخار بایپس شده به خط مکش، دمای آن را بالا برده که باعث جلوگیری از یخزدگی می‌گردد.

برای چندین دهه، بایپس گاز داغ برای کنترل ظرفیت در بار جزئی در سیستم‌های انبساط مستقیم به کار برده شده و نتیجتاً به سیستم تهویه مطبوع به عنوان یک تدبیر پیشگیرانه اضافه شده است.

### مزایا

بایپس گاز داغ می‌تواند برای کاربردهای سرمایشی که نیازمند کنترل دقیق و پیوسته دمایی هستند، مناسب باشد. به خصوص هنگامی که یکی از موارد: سیستم با بارهای سرمایشی شدیداً متغیر، اضافه شدن مقدار زیاد هوای تازه به سیستم و یا در صورتی که مدت زمان بین روشن و خاموش شدن کمپرسور زیاد باشد، وجود داشته باشد. در چیلرهای دارای کمپرسور اسکرال و با ظرفیت پایین و معمولاً تک‌مداره، که تنها روش کنترل ظرفیت، روشن خاموش شدن کمپرسور است، در مواقعی که نوسانات بار زیاد بوده و یا مانند چیلرهای صنعتی و یا کاربردهایی مانند بانک داده‌ها، که چیلر بصورت پیوسته در تمام فصول کار می‌کند، استفاده از بایپس گاز داغ روشی موثر جهت کنترل ظرفیت محسوب شده و جایگزین بهتری نسبت به روشن خاموش شدن مکرر کمپرسور است. اگر بایپس گاز داغ در این گونه سیستم‌ها به صورت موثر و درست به کار برده شود، بایپس گاز داغ می‌تواند:

- از روشن خاموش شدن مکرر کمپرسور جلوگیری کند.
- ظرفیت سیستم را با بار آن مطابق دهد.
- به سیستم این اجازه را بدهد که در زمان بارهای متغیر، در نقطه تعادل کار کند.

### معایب

با اینکه بایپس گاز داغ از یخزدگی جلوگیری کرده و در بسیاری از کاربردها می‌تواند ظرفیت سیستم را کنترل نماید، اما در بسیاری از نمونه‌های موجود، بایپس گاز داغ نمی‌تواند به صورت ایمن سیستم را به تعادل رسانده و یا به دلیل بوجود آوردن مشکلاتی که ریشه در عدم برگشت روغن کافی به همراه مبرد به کمپرسور دارد، باعث کاهش قابلیت اطمینان سیستم می‌گردد.

بایپس گاز داغ، باعث افزایش هزینه اولیه می‌گردد. استفاده از این سیستم مستلزم اضافه کردن خط جدید مبرد به سیستم است که این امر باعث افزایش احتمال نشت و ورود روغن و مبرد به سیستم می‌گردد.

بایپس گاز داغ کارایی سیستم را کاهش می‌دهد، چرا که بخار بایپس شده سرمایش مفیدی انجام نمی‌دهد.

## ملاحظات کاربردی

### ✓ استفاده به عنوان آخرین روش

فقط در صورتی که تمام آپشن‌های طراحی دیگر برای برآورده کردن کاربرد موردنظر دچار شکست شوند از بایپس گاز داغ استفاده شود.

### ✓ محاسبه درست بارهای سالانه و نیازهای سیستم

در بیشتر کاربردهای سرمایه‌ش مطبوع می‌توان با استفاده از چیلر چندمرحله‌ای، در بارهای جزئی به نحو مطلوبی دما و رطوبت را کنترل نمود. هنگامی که بارهای سالانه سیستم به درستی درک شوند، می‌توان چیلر مناسبی با تعداد و مرحله‌های مناسب برای سرمایه‌ش در بارهای جزئی انتخاب نمود که در این صورت، مسئله خاصی برای چرخه چیلر بوجود نمی‌آید که نیازمند تمهیداتی همچون بایپس گاز داغ باشد.

### ✓ انتخاب چینش درست برای بایپس گاز داغ

بایپس گاز داغ به یکی از دو شکل 1 و 2 چینش می‌شود (در جدول 1 مقایسه‌ها آورده شده است). هر دو چیدمان، نیازمند احتیاط‌های خاصی در طراحی و نصب هستند. بایپس گاز داغ به ورودی اواپراتور، گاز داغ را بین شیر انبساط و توزیع کننده وارد می‌کند (شکل 1). در طی عملیات بایپس گاز داغ، شیر انبساط مقادیر کافی مبرد مایع را عبور داده تا هم گاز داغ را از حالت فوق گرم خارج کند و هم بار اواپراتور ارضا شود. دبی جریان مبرد ایجادشده می‌تواند به اندازه کافی روغن را از درون کویل عبور دهد و به خط مکش کمپرسور برساند. بایپس گاز داغ به خط مکش هم کندانسور و هم اواپراتور را بایپس کرده و بخار داغ خروجی از کمپرسور را به صورت مستقیم وارد خط مکش می‌نماید (شکل 2). یک شیر تزریق مایع، میزان مبرد مایع را کنترل کرده و با انبساط آن به بخار، آن را سرد می‌نماید. که باعث می‌شود کمپرسور زیاد داغ نشود.

### ✓ تشخیص سایز درست سیستم

سیستمی که بیش از حد بزرگ سایز شده است به سرعت بدون آنکه بار نهان را ارضا کند، بار محسوس را تامین می‌کند. افزودن بایپس گاز داغ می‌تواند این خطا را برطرف کند اما هزینه‌های اضافی مصرفی و اولیه اعمال می‌گردد.

### ✓ انتخاب چیلر چند مداره و چند مرحله‌ای

برای جلوگیری از ایرادات وارده ناشی از بزرگ سایز کردن بیش از حد سیستم این گزینه منطقی به نظر می‌رسد. در این حالت، در بار جزئی، سیستم در نقطه بهتری در بار جزئی به تعادل می‌رسد.

### ✓ انتخاب کویل اواپراتور مناسب

انتخاب کویلی که بتواند دمای مکش را در مقدار بالاتری ثابت نگه دارد تا به سیستم این امکان را بدهد در زمان مناسبی قبل از ایجاد شرایط یخ‌زدگی به بار کم، کاهش ظرفیت دهد. در تمامی موارد، طراحی بایستی به صورتی انجام گیرد که در عین ارضا شدن شرایط خواسته شده، دمای مکش بیشینه نگه داشته شود. برای کاربردهای سرمایه‌ش مطبوع، کمینه دمای اشباع در مکش در نقطه طراحی بایستی  $43^{\circ}\text{F}$  تا  $45^{\circ}\text{F}$  برای سیستم حجم متغیر و یا  $40^{\circ}\text{F}$  تا  $43^{\circ}\text{F}$  برای سیستم حجم ثابت باشد. استفاده از کویل با آرایش مدارهای پیچیده‌تر ریسک یخ‌زدگی کویل را کاهش می‌دهد؛ چرا که سطحی که در دسترس قرار می‌دهند بیشتر از کویل‌های معمولی است و این امکان باعث می‌شود تا از یخ‌زدگی و توزیع ناهمگون دما جلوگیری شود. به عنوان مثال در این مواد استفاده از کویل با چند ورودی مبرد ارجح بر تک ورودی و اواپراتور پوسته لوله ارجح بر صفحه‌ای می‌باشد.

### ✓ همخوانی با قوانین محلی

استاندارد ASHREA/IESNA Standard 90.1 که استاندارد انرژی برای ساختمان به جز ساختمان‌های مسکونی کوچک (Low-Rise) است، استفاده از بایپس گاز داغ را برای سیستم‌های تهویه مطبوع با ظرفیت بیشتر از 7.5 تن ممنوع کرده است، مگر اینکه در سیستم از کمپرسورهای چند مرحله‌ای یا با قابلیت تنظیم ظرفیت استفاده گردد. حداکثر میزان بایپس گاز داغ بسته به اندازه سیستم متغیر می‌باشد: 25٪ برای ظرفیت‌های بیشتر از 20 تن و 50٪ برای سیستم‌های 7.5 تن تا 20 تن.

### ✓ ملاحظات طراحی خط مبرد

از گرانش به صورت مثبت استفاده شود. یک شیر بایپس گاز داغ معمولی می‌تواند جریان گاز داغ را به طور پیوسته از صفر تا صد درصد ظرفیت تغییر دهد. سرعت دبی خروجی مبرد می‌تواند به اندازه ای کم باشد که روغن را درون خط گاز داغ به دام بیناندازد. در این صورت گرانش تنها وسیله‌ای است که می‌تواند روغن را به مکش کمپرسور برگرداند. از این رو بسیار حیاتی است که سیستم لوله کشی مبرد به گونه ای طراحی شود که تمام روغن و مبرد کندانس شده آزادانه از خط گاز داغ خارج شود. میزان بالا آمدگی و ارتفاع خط مکش و طراحی کویل اواپراتور به صورت مشخص استفاده از بایپس گاز داغ به خط مکش کمپرسور را محدود می‌سازد. به این دلیل که این نوع جانمایی اواپراتور و بخشی از خط مکش را بایپس می‌کند، ممکن است که دبی جریان مبرد بالادست نقطه بایپس گاز داغ در خط اصلی بسیار کم باشد که نتواند به خوبی روغن را جابجا کند. برای فائق آمدن به این محدودیت، حداکثر میزان بایپس گاز داغ به مقداری که در آن سرعت مبرد برای حرکت روغن کافی است، می‌بایست محدود شود.

**توجه:** اگر این طراحی نتواند به صورت کامل عمل نماید، این اطمینان حاصل شود که هم از اواپراتور و هم از خط مکش، روغن به صورت آزادانه به مکش ورودی کمپرسور تخلیه گردد. اگر این عمل انجام نشود، کمپرسور از روغن خالی می‌ماند و باعث کاهش عمر آن می‌گردد.

مستقل از اینکه کدام یک از جانمایی‌های بایپس گاز داغ انتخاب گردد، خط آن می‌بایست به بالای خط تخلیه کمپرسور و ورودی اواپراتور متصل گردد. در غیر اینصورت، مخلوطی از روغن و مبرد به خط بایپس گاز داغ ریخته می‌شود و کمپرسور از روغن خالی مانده و هنگامی که شیر بایپس گاز داغ باز شود، باعث ضربه قوچ مایع می‌شود. مبردی که در خط بایپس گاز داغ جمع‌آوری می‌شود، باعث کاهش مقداری از مبرد که در سیستم جریان می‌یابد می‌گردد و ممکن است باعث کاهش فشار مکش شود. در حالیکه شیر بایپس گاز داغ ممکن است با باز شدن به این عمل پاسخ داده و باعث جریان بایپس گاز داغ شود. به صورت تکراری، عدم تعادل عملکرد و ضربه قوچ مایع باعث بحرانی شدن شرایط می‌گردد که باید از آن جلوگیری شود.

### ✓ انتخاب قطر لوله مناسب

در خطوط بایپس گاز داغ، به صورت معمول قطر کوچکتر باعث حرکت بهتر روغن می‌شود؛ با این حال استفاده از گرانش و بازگرداندن روغن به کمپرسور نیازمند استفاده از قطر بیشتری است. از این رو مهم است که قطر مناسبی برای خط لوله مبرد استفاده شود. همچنین خطوط بایپس گاز داغ می‌بایست برای افت فشاری معادل 6psi تا 20psi سایز شوند.

### ✓ کم کردن طول خط بایپس گاز داغ

بخار مبرد ممکن است در خط لوله بایپس چگالیده شود. با افزایش طول لوله، کاهش دمای گاز بایپس به زیر دمای اشباع، حتی با وجود عایق کردن، باعث افزایش چگالش مبرد می‌گردد.

برگشت روغن نیز خود می‌تواند یک مسئله مهم باشد؛ چرا که شیر بایپس گاز داغ می‌تواند جریان بایپس را تا حدود نزدیک به صفر کاهش دهد، به اندازه‌ای که کمتر از حداقل جریان لازم برای برگرداندن روغن به کمپرسور است. علاوه بر این هر چه طول خط بایپس بیشتر باشد، گرانش خیلی کندتر می‌تواند روغن را به کمپرسور برگرداند. به علاوه، روغن بیشتری درون آن باقی می‌ماند و بسیار مهم است که میزان روغن موجود در سیستم به اندازه کافی بوده و درون خط بایپس گاز داغ، روغنی به دام انداخته نشود.

#### ✓ انتخاب شیر بایپس مناسب

شیر تدریجی بایپس گاز داغ با توجه به اختلاف فشار بین مکش شیر و فشار واقعی مکش، تنظیم می‌گردد. به طور کلی شیرهایی از این دست، نیازمند اختلاف فشاری معادل 6psi هستند تا به طور کامل باز شوند. اگرچه این مشخصه باعث سخت شدن کنترل فشار مکش می‌گردد، یک شیر نسبی بایپس گاز داغ می‌تواند فشار مکش را به نحوی تنظیم نماید که دمای مکش در محدوده  $\pm 4^{\circ}\text{F}$  مقدار تنظیم‌شده دمای مکش نگه داشته شود.

توجه: اگر سیستم سرمایش دارای پمپ داون باشد، از وسیله‌ای جهت اطمینان از عدم جریان مبرد در طی چرخه پمپ داون استفاده شود.

#### ✓ استفاده از کنترل فشار گاز

منحرف کردن گاز داغ از خط تخلیه و بایپس کردن کندانسور باعث کاهش فشار سیستم چیلر می‌گردد. هر چه فشار بیشتر کاهش یابد، عملکرد ناپایدارتر می‌گردد و قابلیت اطمینان سیستم کاهش می‌یابد. برای جلوگیری از این ریسک، می‌بایست از روشی که دارای کنترل فشار باشد استفاده گردد. در این موارد سیکل سرمایش بایستی مجهز به سنسور هشدار فشار پایین سیکل باشد.

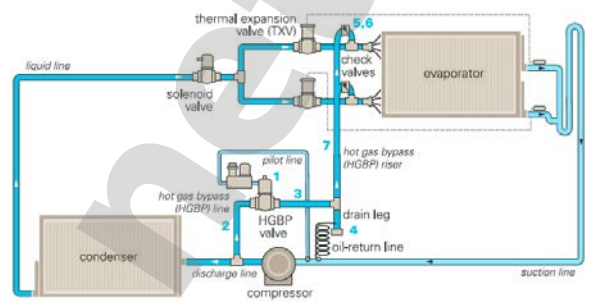
#### استفاده از گاز داغ بایپس در چیلرهای امیکون

این آپشن به دلیل اینکه کنترلی بر روی ظرفیت سرمایش چیلر انجام می‌دهد بیشتر برای مواردی استفاده می‌شود که ظرفیت کمپرسور قابلیت تطبیق با بار مورد نیاز را نداشته باشد. به همین جهت این آپشن در سیستم‌های چیلر تک مداره و معمولاً با کمپرسور اسکرال که قابلیت کنترل ظرفیت به صورت پیوسته را ندارند استفاده می‌شود، اینگونه سیستم‌ها معمولاً با کنترل به صورت روشن و خاموشی بار مورد نیاز را تامین می‌کنند که می‌توان با استفاده از بایپس گاز داغ جلوی خاموش روشن شدن های مکرر چیلر را گرفت و به عمر بیشتر کمپرسور کمک کرد.

در شکل 3 چرخه‌ی مدلی از چیلر امیکون هواخنک با کمپرسور اسکرال ارائه شده

جدول 1- مقایسه بین جانمایی‌های مختلف بایپس گاز داغ

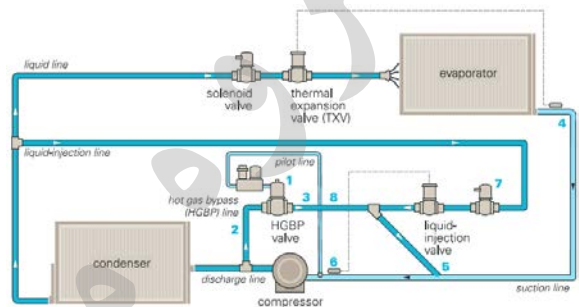
خط مکش (شکل 2)	ورودی اواپراتور (ترجیحی؛ شکل 1)
<b>مزایا</b>	<b>مزایا</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ارزانتر برای نصب چرا که به لوله کشی کمتری نیاز دارد، مخصوصاً هنگامی که واحد کندانس و اواپراتور بسیار از هم دور باشند.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>در این حالت جریان مبرد ورودی از کندانسور و جریان بایپس ترکیب شده و شیر انبساط امکان کنترل دقیق‌تر میزان سوپر هیت را دارد.</li> </ul>
<b>معایب</b>	<b>معایب</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>نیاز به نصب شیر انبساط و شیر برقی مایع اضافه دارد.</li> <li>در بارهای اواپراتور کم، سرعت مبرد-گاز ممکن است برای جریان روغن کافی نباشد.</li> <li>سختی طراحی کردن مناسب لوله کشی جهت زاویه دادن به خطوط به دو جهت: به سمت کمپرسور در زمان روشن بودن سیکل و به سمت اواپراتور در زمان خاموش بودن سیکل.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>هزینه نصب متناسب با فاصله بین واحد کندانس و واحد اواپراتور است.</li> </ul>



شکل 1- نحوه جانمایی بایپس گاز داغ به قبل از اواپراتور

#### نکاتی جهت اجرای موفق

1. شیر بایپس گاز داغ، بالای خط تخلیه، نزدیک کمپرسور نصب شود. اگر سیستم شامل پمپ داون است، از وسیله‌ای جهت قطع جریان مبرد در خط بایپس استفاده شود.
2. خط بالا دست شیر بایپس گاز داغ، به خط تخلیه نصب گردد تا روغن برگردد.
3. خط پایین دست شیر بایپس گاز داغ، به سمت اواپراتور دور از شیر نصب گردد.
4. اگر خط بایپس گاز داغ دارای رایزر است، بدون در نظر گرفتن ارتفاع، قطر پایه‌ی تخلیه یکسانی به اندازه رایزر در نظر گرفته شود. خط برگشت روغن یک اینچی، از انتهای تله برای بازگشت روغن اضافه گردد. از لوله‌هایی که 1/8 اینچ و حداقل 5ft ارتفاع دارند، استفاده شود. تله روغن می‌بایست از قبل با کمی روغن پر شود.
5. گاز داغ را به هر یک از توزیع کننده‌های فعال در نقاط کارکردی مورد انتظار برای بایپس گاز داغ منحرف نمایید.
6. اگر خط بایپس گاز داغ چندین توزیع کننده را تغذیه می‌کند، شیر یک طرفه‌ای برای هر کدام در نظر گرفته شود.
7. تمام طول خط بایپس گاز داغ عایق شود.



شکل 2- نحوه جانمایی بایپس گاز داغ به مکش قبل از کمپرسور

#### نکاتی جهت اجرای موفق

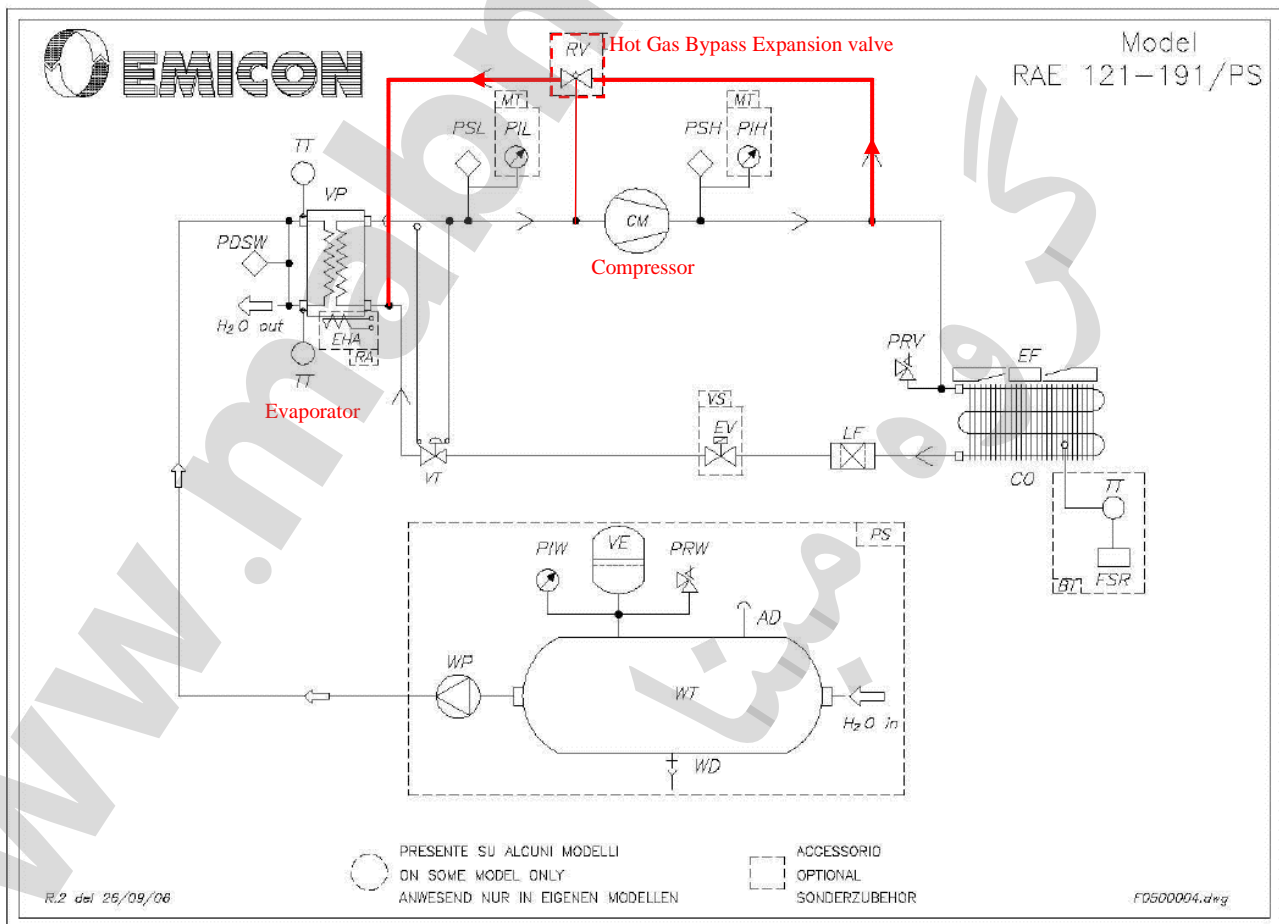
1. شیر بایپس گاز داغ، بالای خط تخلیه، نزدیک کمپرسور نصب شود. اگر سیستم شامل پمپ داون است، از وسیله‌ای جهت قطع جریان مبرد در خط بایپس استفاده شود.
2. خط بالا دست شیر بایپس گاز داغ، به خط تخلیه نصب گردد تا روغن بازگردد.
3. خط پایین دست شیر بایپس گاز داغ، به سمت اواپراتور دور از شیر نصب گردد.
4. از تخلیه آزادانه خط مکش و اواپراتور به اتصال خط مکش و بایپس گاز داغ اطمینان حاصل شود.
5. اتصال خط مکش به بایپس گاز داغ بالا دست خط حسگر فشار قبل از کمپرسور و حداقل به اندازه 5ft بالای دست ورودی کمپرسور قرار گیرد. می‌بایست اتصال به خط مکش زاویه دار انجام گیرد.
6. حباب متحرک از شیر تزریق مایع به خط مکش، پایین دست اتصال بایپس گاز داغ قرار گیرد.
7. یک شیر برقی بالادست شیر تزریق مایع قرار گیرد. عملکرد شیر بایپس گاز داغ و شیر برقی خط مایع همگام‌سازی شوند.
8. تمام طول خط گاز داغ عایق شود.

### هشدار نهایی

افزایش ریسک نشت روغن و مبرد از مشخصه‌های استفاده از بایپس گاز داغ است. این فرض که اضافه کردن بایپس گاز داغ به سیستم همواره باعث افزایش قابلیت اطمینان و یا افزایش محدوده تغییر ظرفیت است اشتباه است. به هیچ یک از فواید استفاده از بایپس گاز داغ، بدون توجه دقیق به اثر آن و انتخاب قطعات و اجرای مناسب آن نمی‌توان رسید. همی موارد تاکید شده اگر در نظر گرفته نشود باعث کاهش کارایی سیستم و افزایش هزینه مصرفی برای مصرف کننده طی سال‌ها خواهد شد. اگر بایپس گاز داغ به بهترین نحو، مطالبه سیستم را پاسخ می‌دهد، از آن استفاده شود. اگر بایپس گاز داغ به صورت دقیق استفاده شود، برای سیستم مفید خواهد بود.

است. مشاهده می‌شود که قسمتی از مبرد با استفاده از اسپلیتر به دو بخش تقسیم شده و به وسیله شیر برقی مقدار مبرد در خط بایپس کنترل می‌گردد. زمانی که چیلر در حداکثر ظرفیت کار می‌کند، شیر انبساط برقی قسمت بایپس بسته می‌باشد. در صورتی که نیاز به بار کمتری باشد برای جلوگیری از وارد آمدن آسیب به کمپرسور و پیشگیری از چرخه‌های مکرر کمپرسور، شیر بایپس باز شده و مقداری متناسب با بار مورد نیاز از این خط عبور داده می‌شود تا در عین حالی که ظرفیت سرمایش کاهش می‌یابد، از ورود مایع مبرد به کمپرسور و نتیجتاً وارد آمدن آسیب به آن جلوگیری شود.

همانطور که بیان شد این آپشن به دلیل حساسیت استفاده در مواردی توصیه می‌شود که نیاز به کنترل دقیق ظرفیت چیلر نیاز باشد و کمپرسور نتواند با استفاده از تجهیزات دیگر این کنترل را تامین نماید.



شکل 3- نحوه جانمایی بایپس گاز داغ به قبل از اواپراتور در چیلر امیکون