

دولة ليبيا

جامعة سبها

كلية العلوم

قسم الفيزياء

دراسة نظرية لمنظومة تبريد إنضغاطية (المكيف)

بحث مقدم لإستكمال متطلبات الحصول على درجة البكالوريوس

إعداد الطالبتين

هدى عبدالسلام ميلاد الصل

منال علي سعيد شكرة

تحت إشراف

الأستاذ

الشيباني الزروق مسعود

العام الدراسي

2018

الفصل الأول

مقدمة ومراجعة

1.1 المقدمة

تعمل مكيفات التبريد نفس فكرة التلاجة ولكن بدلا من التبريد لمساحة معزولة داخل التلاجة فإن التكييف الهواء يبرد الغرفة أو البيت بأكمله أو حتى مصنع أو مركز تجاري .

تعتمد المكيفات على إستخدام مواد كيميائية تتحول بسهولة من غاز إلى سائل و العكس مرة أخرى مثل غاز الفريون ودور هذه المادة الكيميائية هي نقل الحرارة من الهواء داخل المنزل إلى الهواء الخارجي وضخ الهواء البارد بالمكان.

ضبط المكيف علي درجة حرارة 16 درجة مئوية على مقياس سلسيوس أي ما يعادل 61 فهرنهايت لا يقوم بضخ الهواء أكثر برودة فجهاز التكييف يعمل بأقصى طاقتة ليصل لدرجة 16 في الغرفة وعندما يصل لهذه الدرجة فإنه يقوم بفصل عملية التبريد أي أن إختيار درجة الحرارة لا يعني ضخ الهواء أكثر برودة في حالة ضبط المكيف علي البارد في فصل الصيف بل يعني فصل وحدة التكييف تلقائيا عند درجة الحرارة المختارة.

فإن أفضل درجة حرارة يجب ضبط المكيف الهواء عليها في فصل الصيف هي 25 درجة مئوية علي مقياس سلسيوس أي ما يعادل 77 فهرنهايت أي أن درجة الحرارة هذه من السهل الوصول إليها في وقت أقل من الدرجات الأدنى أثناء تشغيل جهاز التكييف.

ويتكون جهاز التكييف من أجزاء وهي (الضاغط - المكثف- المبخر-صمام التمدد) وعادة ما يقع الضاغط و المكثف في الجزء الخارجي من أجهزة التكييف بينما يقع المبخر داخل المنزل .

2.1 الغرض من البحث

دراسة منظومة تبريد وطريقة عمل المكيف تحسين درجة حرارة الغرفة و درجة الرطوبة على أن تكون كالآتي:

درجة حرارة الغرفة في التبريد حوالي 16 إلى 30.

3.1 أنواع المحركات الإنضغاطية

المحرك هو آلة تحول أشكال الطاقة المتنوعة إلى طاقة حركة . ومن أشكال الطاقة المستخدمة الطاقة الحرارية (كما محرك الإحتراق الداخلي).

وأأنواع المحركات هي:

محرك الديزل – محرك الاحتراق الداخلي – محرك بخاري

1.3.1 أولاً: محرك الديزل

محرك الديزل هو محرك الاحتراق الداخلي حيث يقوم بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في وقود (زيت الغاز) إلى طاقة حركة.

يمكن تفسير كيفية عمل محرك الديزل إستنادا إلى الترموديناميكا التي تصنف عملية الديزل (Diesel process) على النحو التالي:

- 1- يتم ضغط الغاز تحت ظروف إيزوننتروبية أي أن الغاز يضغط دون تبادل للحرارة مع المحيط الخارجي للآلة الضاغطة (النظام).
- 2- إضافة حرارة للمنظومة مع الإحتفاظ بنفس الضغط (isobaric).
- 3- تمدد الغاز أيزوننتروبيا.
- 4- إخراج الحرارة من الآلة الضاغطة مع المحافظة على نفس الحجم.

2.3.1 ثانياً: محرك الاحتراق الداخلي

محرك الاحتراق الداخلي هو محرك حراري يحترق بداخله وقود مع مؤكسد (عادة هواء) في غرفة الاحتراق ، والتي تعتبر جزء من دائرة سريان الوقود .

يؤثر تمدد الغازات ذات الضغط ودرجة الحرارة المرتفعتين الناتجة عن الاحتراق في محرك الاحتراق الداخلي ، بقوة مباشرة على بعض مكونات المحرك .

تطبق هذه القوة على المكبس وريش التربيننة و الفوهة الدافعة.

تؤدي هذه القوة إلى تحريك الجزء الذي تؤثر عليه لمسافة معينة نتيجة تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية .

3.3.1 ثالثاً: محرك بخاري

المحرك البخاري هو يستفيد من بخار الماء المضغوط ذي درجة الحرارة العالية لتحويل الطاقة الحرارية إلى عمل ميكانيكي وطاقة حركة.

مصطلح المحرك البخاري قد يشير أيضا إلى كامل القاطرة البخارية و السكك الحديدية التي تعمل بمحرك البخار.

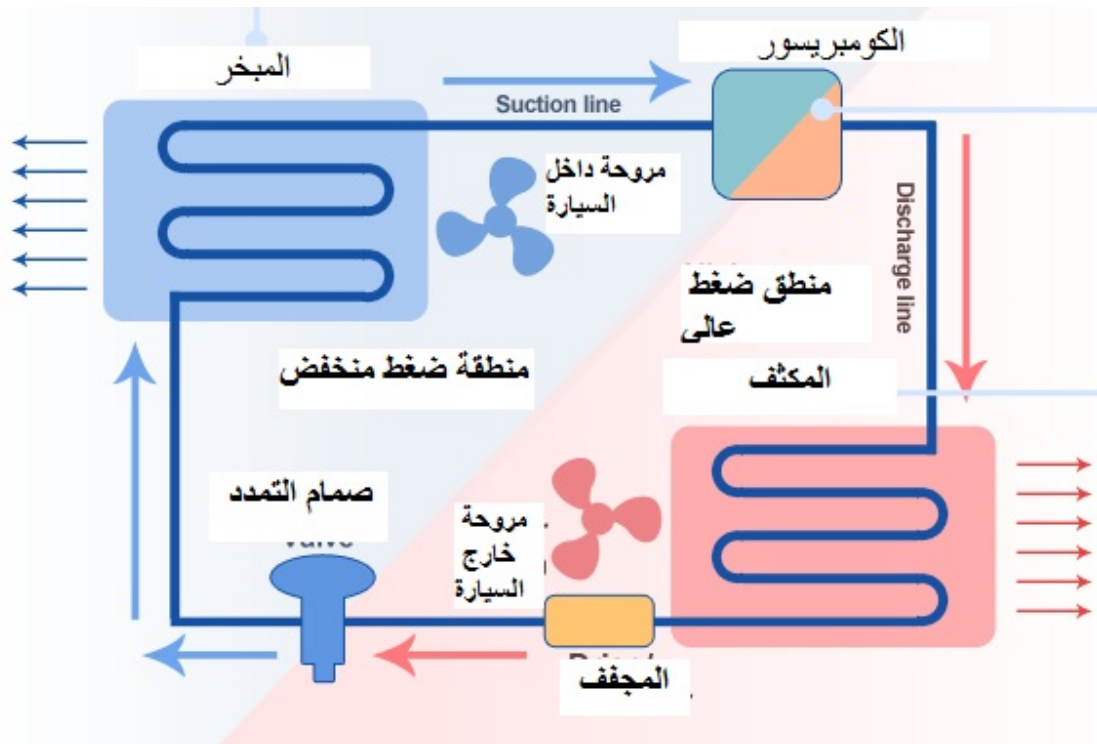
أستخدمت محركات البخار في محطات الضخ ، و القاطرات البخارية و السفن .وتعتبر المحركات البخارية أساسية للثورة الصناعية .

تعتبر التوربينات البخارية تقنيا نوعا من المحرك البخاري وهي تستخدم على نطاق واسع لتوليد الكهرباء حوالي 86% من مجمل الطاقة الكهربائية في العالم تولد باستخدام التوربينات البخارية. المحرك البخاري يتطلب المرجل لتسخين الماء وتحويله إلى بخار.

وتمارس قوة البخار ذو الضغط المرتفع لدفع المكبس في اسطوانة كما في محرك السكك الحديدية ، أو في إدارة التوربينات. تلك الحركة التي يمكن تسخينها دفع العجلات أو الآلات ، و التوربينات التي تولد الكهرباء عن طريق توصيلها بمود للكهرباء. من مميزات المحرك البخاري أنه يمكن استخدام مصادر عديدة لحرارة معه توليد البخار في المرجل و رفع درجة الحرارة ولكن شيوعا هو احتراق الفحم والحطب أو منتجات النفط وتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة المفاعلات النووية.

4.1 المبدأ

يعتمد مبدأ عمل المكيف على مبدأ بسيط في الترموديناميك وهو أنه عندما يتحول الوسيط السائل بين الطورين السائل والغاز فإنه يقوم بسحب الحرارة من الهواء المراد تبريده أي أن الحرارة تنتقل من الجسم الساخن إلى الجسم البارد (ذو السعة الحرارية الأعلى) يبرد الجسم الأول و يسخن الثاني.



الشكل (1.1): دورة تبريد منظومة المكيف

5.1 وسيط التبريد

1.5.1 غاز الفريون

يكون رباعي فلوروايثان لفئة معينة من المواد الكيميائية العضوية التي يطلق عليها مركبات الكلوروفلوروكربون ومركبات الهيدروكلوروفلوروكربون وبعض المركبات المتشابهة ويحتوي غاز الفريون في الغالب علي عنصر الهيدروجين وعنصر البروم وعنصر الكلور بالإضافة إلي عنصري الفلور والكربون ويحضر عن طريق إحلال ذرات الهيدروجين في الميثان (CH_4) والإيثان (C_2H_6) ولبروبان (C_3H_8) لذرات الكلور ثم إحلال ذرات الكلوريدات الفلور.

2.5.1 صفات غاز الفريون

يعد غاز الفريون من الغازات الغير قابلة على الإشتعال والتي تتميز بأنها عديمة اللون والرائحة إلا أن بعض من أنواعه له رائحة تشبه الأثير كما يتميز الفريون يمكن تسيله عن طريق ضغطه أو تبريده كما أنه أثقل من الهواء بأربعة أضعاف.

3.5.1 استخدامات غاز الفريون

يستخدم بشكل كبير في أجهزه التكييف والتبريد التي تقوم باستبدال الهواء الدافئ بالهواء البارد حتى يتم الوصول إلي درجة الحرارة المرغوبة وهو الغاز المستعمل في أجهزة التكييف المنزلي وأجهزة التكييف التجاري المركزي وأجهزة التكييف الموجودة داخل السيارات.

6.1 دورة التكييف

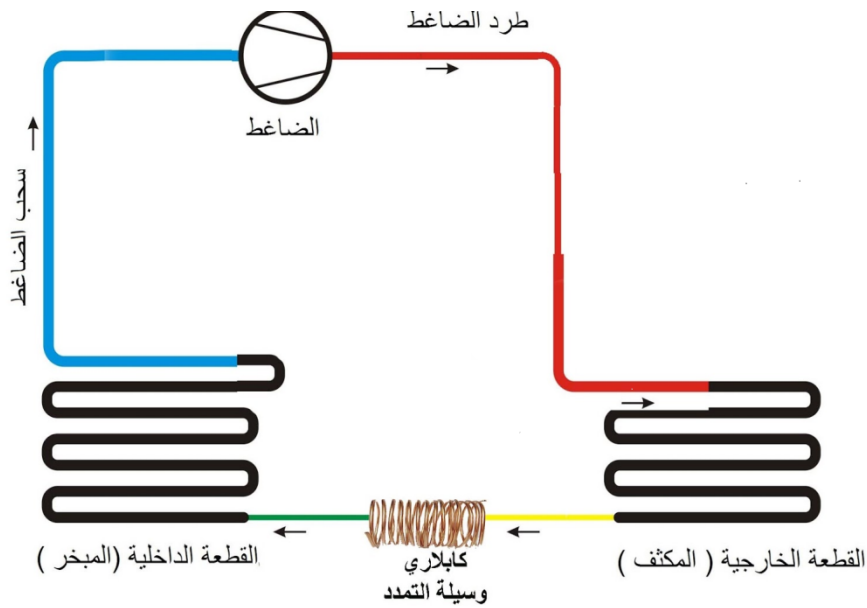
1.6.1 مراحل عمل المكيف

1. القطعة الخارجية / يقوم الضاغط برفع ضغط وسيط التبريد ليصبح بالحالة السائلة فترتفع درجة الحرارة لأن عملية الضغط تقرب الجزيئات من بعضها البعض وتزيد من الإحتكاكات فيما بينها مما يؤدي إلى زيادة الطاقة الداخلية و بالتالي ترتفع درجة الحرارة و يدخل الوسيط التبريد ذو الحالة السائلة والضغط المرتفع إلى شعاع المكثف وهو عبارة عن أنابيب ملتوية و ملتفة لكي تزيد من سطح التبادل بين وسيط التبريد و الهواء في الوسط الخارجي لكي تنخفض درجة حرارة وسيط التبريد.
 2. القطعة الداخلية / يخرج وسيط التبريد من المشع ليدخل إلى الصمام الخانق وهو منطقة ذات تضيق جزئي لمجري التيار تدعى عملية مرور الوسيط ضمن الصمام بالخنق و تكون مترافقة بانخفاض جزئي لمجري التيار.
- يذهب بعدها الوسيط إلى شعاع التبريد حيث يتلامس وسيط التبريد ذو الحالة السائلة منخفض درجة الحرارة والضغط مع الهواء الساخن المدفوع من مروحة خف الشعاع

التبريد حيث يسحب الحرارة من الهواء و يجعل الهواء باردا و يتحول بذلك إلى غاز ليعود إلى القطعة الخارجية لينضغط في دورة مغلقة.

3. آلية التسخين/ يقوم المكيف هنا بعكس العملية التي تحصل عند التبريد ، أن المكثف و المبخر مجموعة من الأنابيب الملتفة التي تعمل كمبادل للحرارة إحداها موجود في الداخل و الآخر في الخارج أي أنهما جهازين متطابقين تماما بحيث يمكن أن يقوم المبخر بعمل المكثف و أن يقوم المكثف بعمل المبخر فعند التدفئة يخرج وسيط السائل ذو درجة الحرارة المرتفعة من الضاغط إلى المبادل الحراري الموجود في الداخل

يطرد المبادل الحراري حرارة الغاز إلى هواء الغرفة البارد وبالتالي تتم تدفئة الغرفة يتجه بعدها الوسيط السائل إلى صمام التمدد (الخانق) الذي يفقده ضغطه و حرارته المتبقية و من ثم يسري إلى المبادل الحراري الموجود في الخارج وهو المبخر (درجة الحرارة في الخارج منخفضة إلا أنها ليست أقل من درجة حرارة سائل التبريد) و بالتالي تنتقل الحرارة من الجو الخارجي إلى سائل التبريد بكمية بسيطة كافية لتعيده إلى حالته الغازية ليعود مرة أخرى للضاغط .



الشكل(2.1):مراحل عمل المكيف في دورة التبريد

2.6.1 خروج الماء من المكيف

سبب خروج الماء من المكيف إن نسبة الرطوبة الموجودة في الغرفة عندما تلتقي بشي بارد تتكثف مكونه طبقة جليد علي أنابيب التصريف وعندما ترتفع درجة الحرارة قليلا يحدث الذوبان فيصبح سائل ويتم تصريفه عبر أنبوب التصريف للخارج.

7.1 موائع التبريد

هي الموائع التي تسري في شرايين ماكينات التبريد ومن أمثلتها الأمونيا و مبرد 12، 22 وقد تختلف المبردات التي تستخدم صناعة التبريد تبعاً لاختلاف التطبيقات التي تخدمها هذه الصناعة بدأت صناعة التبريد باستخدام أثير الإثير. ومائع التبريد هو وسط ناقل للحرارة خلال دورته (بمعنى إنضغاط ، تكثف، تمدد وتبخّر) في نظام التبريد، يمتص الحرارة من وسط ذو درجة حرارة منخفضة ويطردها في وسط ذو درجة حرارة مرتفعة. والموائع هي مادة قابلة لانسياب تحت تأثير إجهاد القص تأخذ شكل الإناء الحاوي لها وتتضمن السوائل والغازات. أي أن المائع هو أي مادة تسيل بسهولة وأي ضغط أو دفع خفيف يؤثر في شكل المائع لكن الموائع قابلة لتمدد أيضاً لذلك تعود إلى حجمها السابق عندما يزول عندها الضغط وتشمل الموائع كل السوائل وغازات فالماء في درجة الحرارة العادية مائع وسائل وهو ماء مائع وغاز ويميل السائل إلى أن يأخذ الحجم نفسه غير أن الغاز يغير حجمه على الفور بتمدد والإنكماش لملأ أي وعاء يوضع فيه أو التلاؤم معه.

فالغازات موائع قابلة للإنضغاط أما السوائل غير قابلة ولا تؤثر تغيرات الضغط في كثافة السائل أي أن الموائع قابلة للإنضغاط وهي التي تتغير كثافتها بتغير الضغط عليها مثل الغازات.

والغير قابله للإنضغاط وهي التي تتغير كثافتها بتغير الوضع الواقع عليها مثل السوائل وموائع نيوتنية وغير نيوتنية .

1.7.1 تصنيف موائع التبريد

يمكن تصنيف موائع التبريد إلى المجموعات التالية:

- 1) موائع تبريد مهلجنة (كلورو فلوروكاربونية).
- 2) موائع تبريد مهلجنة (هيدروفلوروكاربونية).
- 3) موائع تبريد أيزوتروبية.
- 4) موائع تبريد زيوتروبية.
- 5) موائع تبريد غير عضوية.
- 6) موائع تبريد هيدروكاربونونية.
- 7) موائع تبريد فائق.

2.7.1 الخواص المؤثرة على موائع التبريد

1. ضغط التبخر/ يفضل أن يكون أكبر من الضغط الجوي لمنع تسرب الهواء المحمل ببخار الماء إلى داخل وحدة التبريد.
2. ضغط التكثيف/ يفضل أن يكون ضغط التكثيف متوسط لخفض سمك المواسير و بالتالي وزن المكثف.

3. درجة الإنحدار/ تتم عمليات التبخر والتكثيف لمخاليط الفريونات مع ثبوت الضغط وقد لوحظ أن درجة حرارة أبخار المتبوع تكون أعلى من درجة حرارة السائل المتبوع لنفس الضغط حيث يعرف الفرق في درجتى الحرارة بدرجة الإنحدار ويفضل أن تكون لدرجة مساوية للصفر.
4. درجة التجمد/ يجب أن تكون درجة حرارة التجمد مائع التبريد اقل بكثير من درجة تبخر المطلوب تحقيقها بواسطة المبخر.
5. درجة حرارة الحرجة/ يجب أن تكون درجة حرارة الحرجة لمائع التبريد اكبر بكثير من درجة حرارة التكثيف المحتملة والتي تتوقف على درجة حرارة الهواء الخارجى.
6. درجة حرارة الطرد الأدياباتىكية / يجب أن تكون درجة حرارة طرد أبخرة الموائع من الضغوط متوسطة وذلك تجنب تسخين الضواغط أو تحلل زيوت التزيت بها وعمل على ارتفاع درجة حرارة جو المحيط.
7. الطاقة الكامنة للتبخير / يفضل أن تكون كبير وذلك لزيادة التأثير التبريدى لكل كيلو جرام من مائع التبريد وبالتالي خفض القدرة اللازمة لسريانه لنفس سعة التبريد.
8. الحجم النوعى/ يفضل أن يكون الحجم النوعى للبخار مائع التبريد صغير وذلك لعمل على زيادة سعة الضاغط وخفض إزاحة الكابس واستخدام وحدات صغيرة.
9. إذابة الزيت / يفضل إذابة الزيت في مائع التبريد ليسهل غسله بعد عملية الانضغاط وإرجاعه إلى الضاغط .
10. بخار الماء/ يجب عدم تواجد بخار الماء حرا أو داخلا في التركيب الكيمياءى لموائع التبريد وذلك لأن تجمد بخار الماء يؤدي إلى إنسداد الأماكن الضيقة مثل الأنبوبة الشعرية صمام التمدد.
11. للزوجة / يفضل أن تكون لزوجة موائع التبريد صغيرة وذلك ليسهل سريانه وخفض فاقد الضغط خلال المواسير.
12. الحرارة النوعية / يفضل أن تكون الحرارة النوعية لموائع التبريد صغيرة للطور السائل وكبيرة للطور الغازى وذلك لزيادة التأثير التبريدى مع إستخدام التبريد الدونى لخفض درجة تحميص البخار خلال المبادل الحرارى.
13. عامل إنتقال الحرارة/ يفضل أن يكون كبير لتحسين أداء المبخرات والمكثفات وبالتالي خفض أبعادها.
14. المثانة الكهربائية/ يفضل أن تكون موائع التبريد غير موصلة للكهرباء خاصة مع الضواغط المحكمة القفل والتي فيها تكون مائع التبريد في حالة تلامس مباشر مع مكونات المؤشر.

3.7.1 المائع في حالة الحركة

نفرض أن المائع غير قابل للانضغاط أي أن كثافته لا تتغير من نقطة إلى أخرى كما نفترض أيضا أن المائع لا يقوم بحركة دورانية أي أن المائع ينساب إنسيابا منتظما وهذا

لا يعني أنا سرعته لا تتغير عند النقطة الواحدة من زمن لآخر وأخيرا نفترض أن المائع ليس لزجا بمعنى أن طباقات السائل تنزلق فوق بعضها البعض دون إحتكاك .
فإن المائع الذي يكون غير قابل للانضغاط وغير دوراني ومنتظما ولا لزوجه له يسمى بالمائع المثالي.

4.7.1 معادلات الموائع

■ معادلة حفظ المادة :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0$$

■ معادلة حفظ كمية الحركة :

$$\frac{\partial \rho \mathbf{u}}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}^2) = -\nabla \rho - [\nabla \cdot \mathbf{T}] + \rho \mathbf{g}$$

■ معادلة حفظ الطاقة :

$$\frac{\partial}{\partial t} (\frac{1}{2} \rho \mathbf{u}^2 + \rho e) = -(\nabla \cdot \mathbf{e}) + \rho (\mathbf{v} \cdot \mathbf{g})$$

5.7.1 سريان المائع

❖ السريان الثابت والغير ثابت

في الثابت تكون سرعة المائع عند نقطة معينة ثابتة لا تتغير بمرور الزمن ويمكن أن تتغير من نقطة إلى أخرى حسب مقطع الأنبوبة وفي الغير ثابت تتغير السرعة عند نفس النقطة من لحظه إلى أخرى.

❖ السريان الأنسيابي والدوامي

في السريان الأنسيابي يكون لكل جزء من السائل مسار محدود ولا تتقاطع المسارات المختلفة وفي الدوامي تتقطع المسارات.

6.7.1 معدلة الإستمرار

إذا مر مائع في أنبوبة مختلفة المقطع فإن سرعته تتغير من مقطع لآخر ولكن كتلة المائع التي تمر خلال كل مقطع في الثانية تكون ثابتة حيث أن سرعة المائع تتناسب عكسيا مع مقطع الأنبوبة.

7.7.1 قوانين ضغط المائع الساكن

■ الضغط = القوة / المساحة

$$P=F/A$$

■ القوة = وزن السائل/كتلة السائل*عجلة الجاذبية

■ الكثافة = الكتلة/الحجم

■ الحجم الإسطوانة = مساحة القاعدة*الإرتفاع

8.7.1 موانع التشغيل لمنظومات التبريد بضغط البخار

يوجد عدد كثير من موانع التشغيل أو مواد التبريد التي يمكن الاختيار منها عند تصميم منظومة التبريد بضغط البخار من ذلك مثل غاز النشادر (الأمونيا) وتاني أكسيد الكبريت اللذان كانا مهمان في بداية إبتكار طرق التبريد بضغط البخار. أما في أيامنا هذه، فمواد التبريد الأساسية هي الهيدروكربونات المهلجنة مثل الفريون و الجيناترون ونضرا لتغير طور مادة التبريد أثناء عمليتي إنتقال الحرارة ،لذا يساوي ضغط مادة التبريد ،أثناء عمليتي تزويد ونبذ الحرارة، ضغط التشبع. وتعني الضغوط المنخفضة أن الأحجام النوعية مرتفعة ومن ثم المعدات كبيرة. كما تعني الضغوط المرتفعة معدات أصغر ولكن يجب تصميمها لكي تتحمل الضغط المرتفع. ويجب بشكل عام أن تكون الضغوط أقل من الضغط المرتفع.

9.7.1 موانع التبريد ألوانها وأستخداماتها.

الجدول(1.1): يبين موانع التبريد ألوان وإستخدامات :

النوع	التركيب	لون الإسطوانة	الاستخدامات
R-12	Ccl_2f_2	أبيض	أنظمة تكييف الهواء و التبريد الكبيرة، البرادات المنزلية، مكيف السيارات درجة حرارة التبخر من -40 إلى +10م
R-22	$CHCLF_2$	أخضر	مكيفات الهواء السكنى والتجاري الفريزرات من-50 إلى +10م
R-134	CH_2FCF_3	أزرق فاتح	هو بديل عن R-12 وصدیق للبيئة يستخدم في ثلاجات المياه ومحطات تكييف الهواء المركزية ومنظومة التبريد التجارية ومكيف السيارة درجة حرارة التبخر -40 إلى +10م

10.7.1 درجة الحرارة الحرجة لموائع التبريد

الجدول(2.1): يبين درجة الحرارة الحرجة لبعض الموائع:

المائع	T_c (c°)
R-12 (CCL ₂ F ₂)	111.85
R-22(CHCLF ₂)	95.15
R-134a(CF ₃ CH ₂ F)	101.05

8.1 أهداف البحث

الهدف الأساسي من البحث هو التعرف علي كيفية عمل منظومة تبريد إنضغاطية (المكيف) والتحقق من أدائها واختيار البرنامج المناسب لدراسة المنظومة وهو CPAD .

9.1 عرض محتويات البحث

الفصل الأول خصص لإعطاء فكرة عن دورة تبريد ومراحل عملها والمحركات الإنضغاطية وموائع التبريد تصنيفاتها وخواصها.

الفصل الثاني خصص لاختبار منظومة التبريد وعرض النتائج المتحصل عليها.

الفصل الثالث خصص للإستنتاجات والتوصيات.

الفصل الثاني

إختبار منظومة التبريد الإنضغاطية (المكيف)

1.2 المقدمة:

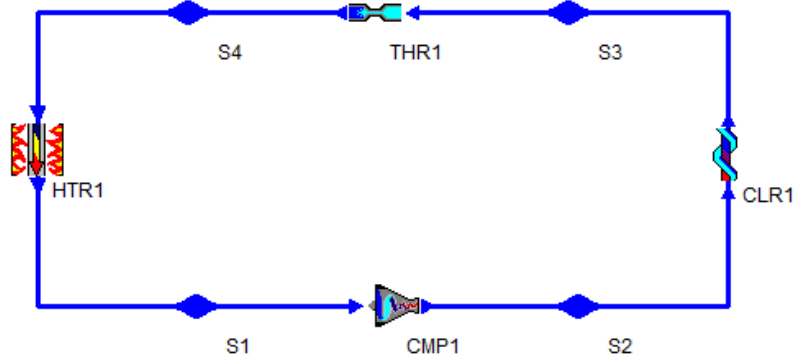
مكيف الهواء هو عبارة عن جهاز يعمل بالطاقة الكهربائية، يقوم علي تلطيف الجو، وتعديل حرارته بخفضها أو رفعها حسب رغبتنا في إستعمال هذا الجهاز، فإذا كانت الحرارة مرتفعة في الصيف، نستطيع أن نخفض الحرارة إلى المستوي الذي نرغبه ونرتاح عليه، أما إذا كانت الحرارة منخفضة في فصل الشتاء، فتستطيع معظم أنواع المكيفات أن ترفعها إلى المستوي المطلوب، الذي يتحقق عنده الدفء، ويوجد نوعان من المكيفات، أحدهما يستطيع التبريد والتسخين والآخر يستطيع التبريد فقط.

المكيف يستعمل في الأماكن المغلقة، حيث يوضع في إحدى الغرف في المنزل، ويوضع في المكاتب والشركات والحال التجارية و المصانع وفي وسائل النقل الحديثة مثل : السيارات و الطائرات و يوجد أنواع من المكيفات التي تختلف فيما بينها من ناحية الحجم والشكل والمساحة التي تقدر على تحسين الجو فيها، فهناك مكيفات تناسب المنازل والشركات والمحال التجارية وأخرى تناسب المصانع والمراكز التجارية الكبيرة.

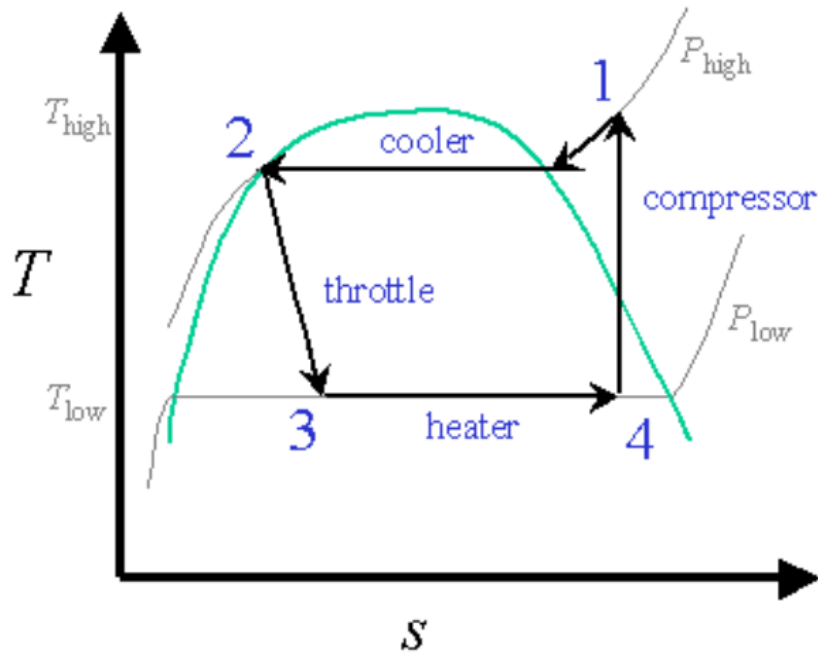
و سنقوم في هذا الفصل باختبار منظومة التبريد باستخدام غاز R-22 وغاز R-134 لامتناسص الحرارة من مصدر درجة حرارة منخفضة ويتخلص منه في درجات الحرارة العالية.

2.2 وصف النموذج المقترح

يتكون المكيف من عدة مكونات التي يعمل بها وهي الضاغط والمكثف وصمام التمدد والمبخر . عند تشغيل نظام التبريد فان الضاغط يقوم بسحب وسيط التبريد في حالة البخار من المبخر فيتم إرتفاع درجة حرارته وضغطه بفضل الضاغط بعد أن يدخل البخار إلى المكثف حيث يتم طرد حرارته إلى الوسط الخارجي ويتحول البخار إلى سائل بعد تكثيفه ثم يمر السائل إلى صمام التمدد ليتم خفض ضغطه المرتفع ويصاحبه إنخفاض في درجة حرارته ليُدخل السائل إلى المبخر فيتم إمتصاص الحرارة من المكان الذي نريد تبريده فيتحول السائل إلى بخار وهكذا تكتمل الدورة.



الشكل(1.2):دورة التبريد الإنضغاطية



الشكل(2.2): البياني TS

3.2 دورة التبريد

s_1 مدخل (المكثف)المبرد

التبريد(يعرف أيضا بالتكثيف) يرفض الحرارة المحيطة به في البداية والغاز المضغوط في مدخل s_1 حيث يدخل في المكثف الذي يفقده الحرارة المحيطة به.

خلال هذه العملية الضغط يكون ثابت والمبرد غاز التبريد يتحول من غاز إلى سائل يتخلط مع البخار، ويستمر في التكثيف حتى يصبح سائل مشبع في الحالة الثانية ويمكن تبريده بعد فترة كسائل أعيد تبريده.

المبرد (المكثف) مخرج S₂

يبرد السائل التشغيل حتى يصبح السائل مشبع، ويتم إختيار ضغط عالي (P_{high}) بحيث يمكننا طرد كمية من الحرارة إلى البيئة، ويمثل هذا الضغط في هذه الحالة P_2 ، والتي تحدد الحرارة في حالة S_2 و T_2 (حرارة التشبع عند الضغط المرتفع P_{high})، هذه الحرارة تكون أعلى من درجة الحرارة لمصدر التبريد. إذا كانت T_2 كانت مرتفعة (أكثر إرتفاع من درجة الحرارة الحرجة T_c لسائل التشغيل)، في هذه الحالة نكون قد تجاوزنا قمة التشبع وبالتالي سوف يتم فقد طاقة كبيرة للسائل يمكن رفضها أثناء عملية تبريده.

صمام التمدد

يتم خنق السائل المشبع ذو الضغط المرتفع باستخدام صمام التمدد لكي يصبح ضغطه خلال الحالة S_2 إلى S_3 ، وهذه العملية غير قابلة للعكس أو الرجوع وهنا نلاحظ إرتفاع في الأنتروبي من حالة S_2 إلى الحالة S_3 على الرغم من عدم وجود إنتقال للحرارة أثناء عملية الخنق.

المسخن (المبخر)-إمتصاص الحرارة

يقوم سائل التشغيل بإمتصاص الحرارة من الوسط المحيط الذي نريد تبريده وحيث أن خلال هذه العملية يتم تغيير السائل إلى بخار يطلق على المسخن إسم المبخر، وبالتالي فإن دورة التبريد تحدث عند هذا الجزء من الدورة لأنه خلال هذا الجزء من هذه الدورة تمتص الحرارة من المنطقة التي نريد تبريدها، وهذه الكمية الممتصة من الحرارة نريد أن تكون كافية مقارنة بالقدرة التي نحتاجها من أجل تشغيل دورة التبريد.

إن فرضية التصميم لفكرة المسخن في دورة التبريد بأن تكون أيزوباريك (لا يوجد فقد في الضغط محتمل أثناء عملية ضخ السائل التبريد خلال الأنابيب خلال عملية إنتقال الحرارة).

وحيث أن عملية التسخين النموذجية تحدث ضمن منطقة التشبع فبتالي إفتراض أن العملية تكون أيزوباريك تضمن أن تكون العملية بشكل متساوي للحرارة.

S₄ مدخل الضاغط

حالة S_4 يكون عند منطقة البخار المشبع بقبة الإشباع، وهذا يسمح لنا بإمتصاص أكبر قدر ممكن من الطاقة من المحيط قبل ترك قبة الإشباع.

وبذلك نتحصل على سلوك أيزوترمالي إذا بدأت عملية الضغط قبل أن يكون السائل مشبع كلياً.

4.2 الفرضيات:

الفرضيات التي أجريت على منظومة التبريد الإنضغاطية كالتالي:

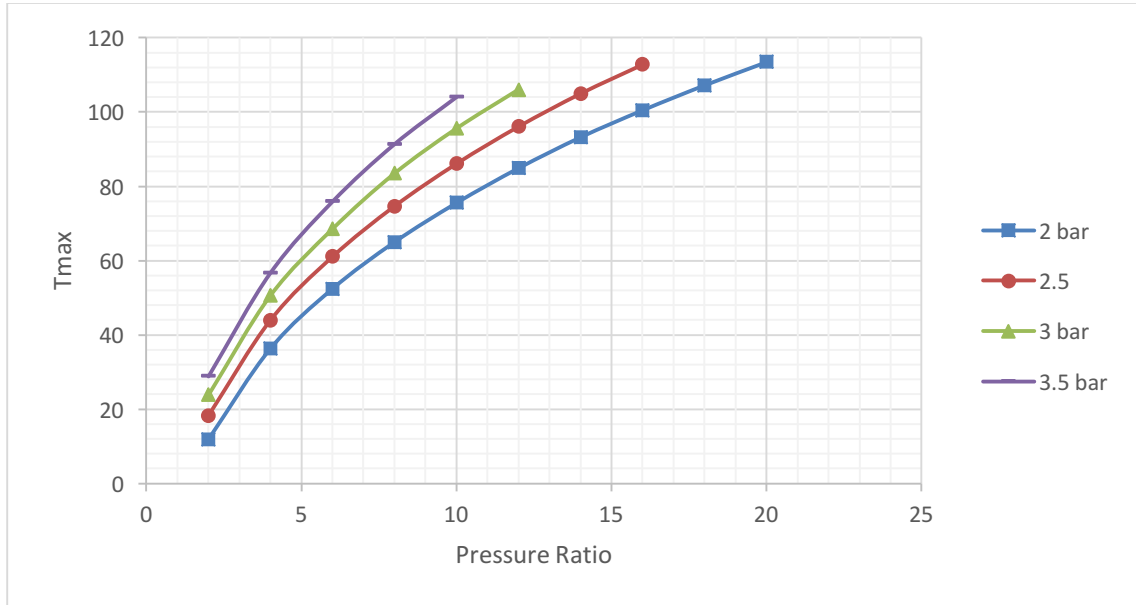
1. موائع التبريد المستخدمة (R-22) كلور ثاني فلورو إيثن و (R-134a) ثلاثي فلورو إيثن.
2. تم اختبار المنظومة تحت ظروف ضغط للغاز الداخل للضاغط يتراوح بين (2-3.5) bar .
3. عملية التكثيف وعملية التبخر يكون الضغط يساوي صفر.
4. تجنب إبقاء فراغ في دورة التبريد لأن المحلول مصمم كضغط بخار عالي.
5. نسبة الإنضغاط

$$P_r = \frac{P_2}{P_1}$$

5.2 النتائج والمناقشة

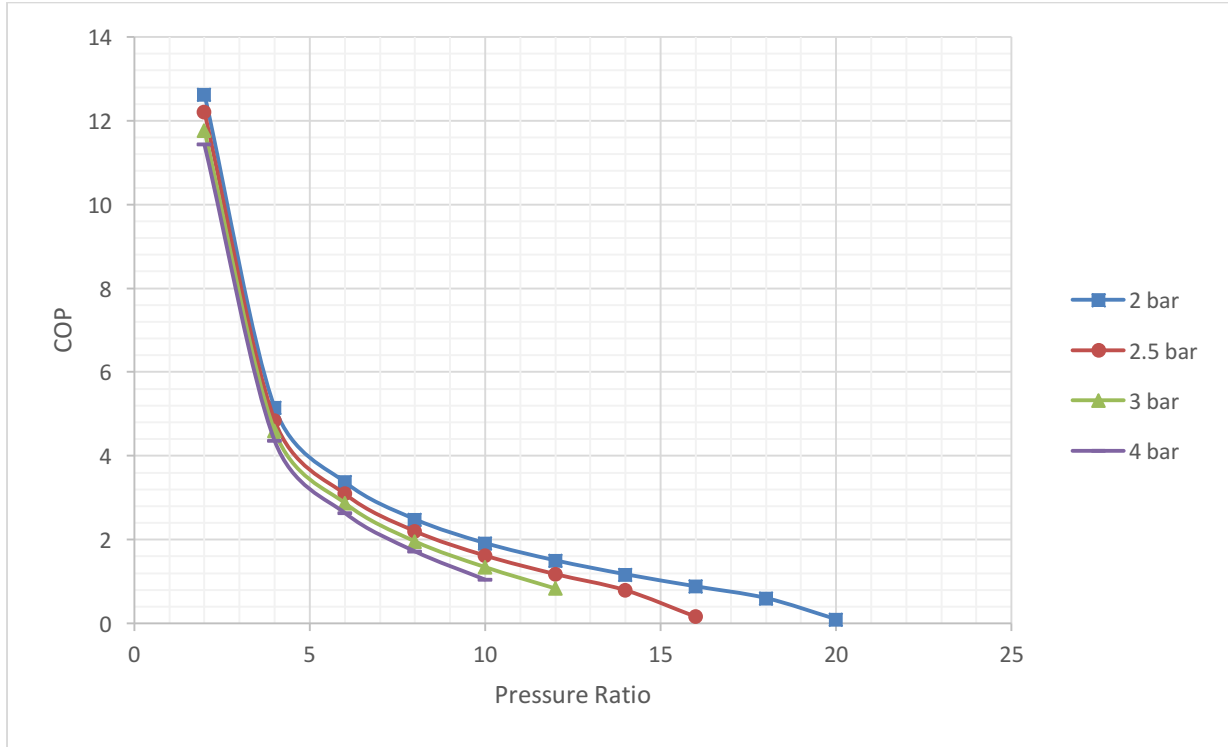
النتائج المتحصل عليها ستعرض يتم مناقشتها كالتالي:-

الشكل (3.2) يوضح تغير درجة الحرارة لدورة التبريد الإنضغاطية لمائع R-134a عند ضغوط مختلفة، من الشكل نلاحظ أن أثناء عملية التبريد فإن درجة الحرارة تزداد بزيادة نسبة الإنضغاطية عند ضغوط مختلفة، ونلاحظ أيضا أن لكل ضغط له درجة حرارة مختلفة وبواسطتها يمكن تحديد نقطة التشغيل لدورة التبريد الإنضغاطية، ونلاحظ أن عند ضغط 2bar تكون أعلى قيمة لدرجة الحرارة وتقل عند زيادة الضغط تدريجيا مثلا عند 3.5bar .



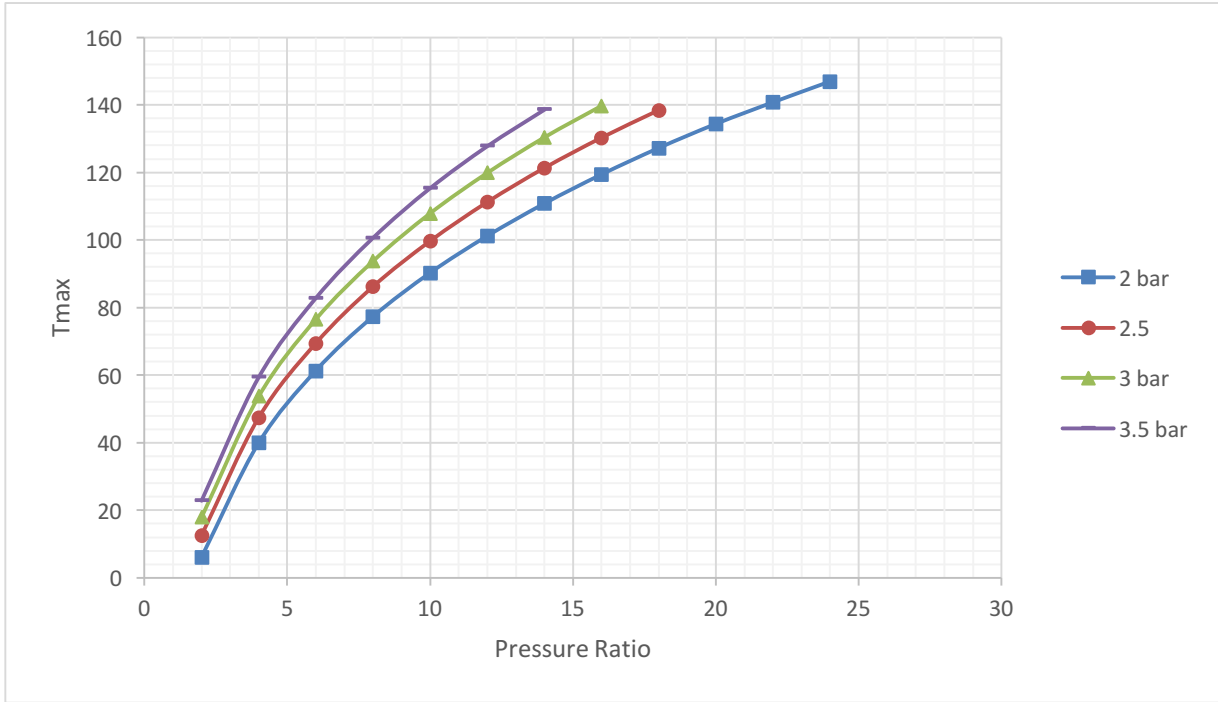
الشكل (3.2): أكبر درجة حرارة لدورة التبريد الإنضغاطية لمائع R-134a عند ضغوط مختلفة.

الشكل (4.2) يوضح تصرف معامل الأداء لدورة التبريد الإنضغاطية لمائع R-134a عند ضغوط مختلفة، ونلاحظ من الشكل أن معامل الأداء للضغوط المستخدمة يقل مع زيادة نسبة الإنضغاطية وتكون أعلى قيمة نسبة إنضغاط عند الضغط 2bar ويقل تدريجيا عند الضغوط الأخرى، ونلاحظ أيضا أن عند بداية تصرف معامل الأداء للضغوط المختلفة تكون قريبة جدا من بعضها.



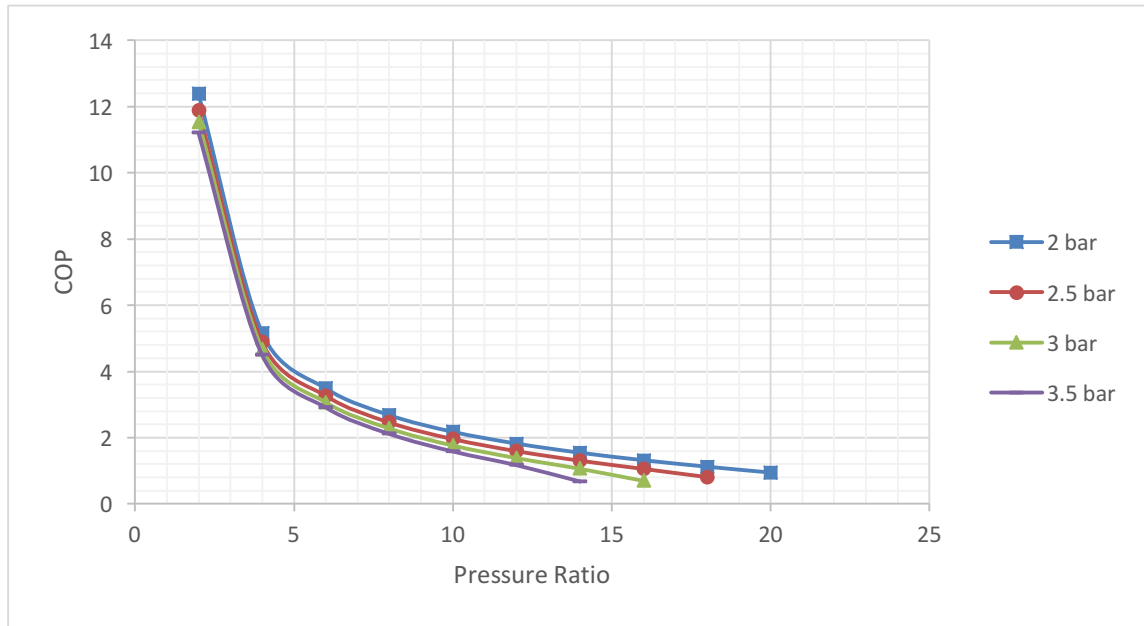
الشكل (4.2):معامل الأداء لدورة التبريد الإنضغاطية لمائع R-134a عند ضغوط مختلفة.

الشكل (5.2) يوضح تغير درجة الحرارة لدورة التبريد الإنضغاطية لمائع R-22 عند ضغوط مختلفة، من الشكل نلاحظ أن درجة الحرارة ترتفع مع زيادة نسبة الإنضغاطية عند الضغوط المختلفة، ونلاحظ أيضا أن تكون الزيادة في نسبة الإنضغاطية عند الضغط 2bar عند مائع R-22 أكبر من زيادة نسبة الإنضغاطية عند الضغط 2bar عند مائع R-134a وتقل درجة الحرارة عند الضغوط الأخرى من الضغط 2bar ولكن في مستوى واحد أي متساوية في درجة الحرارة.



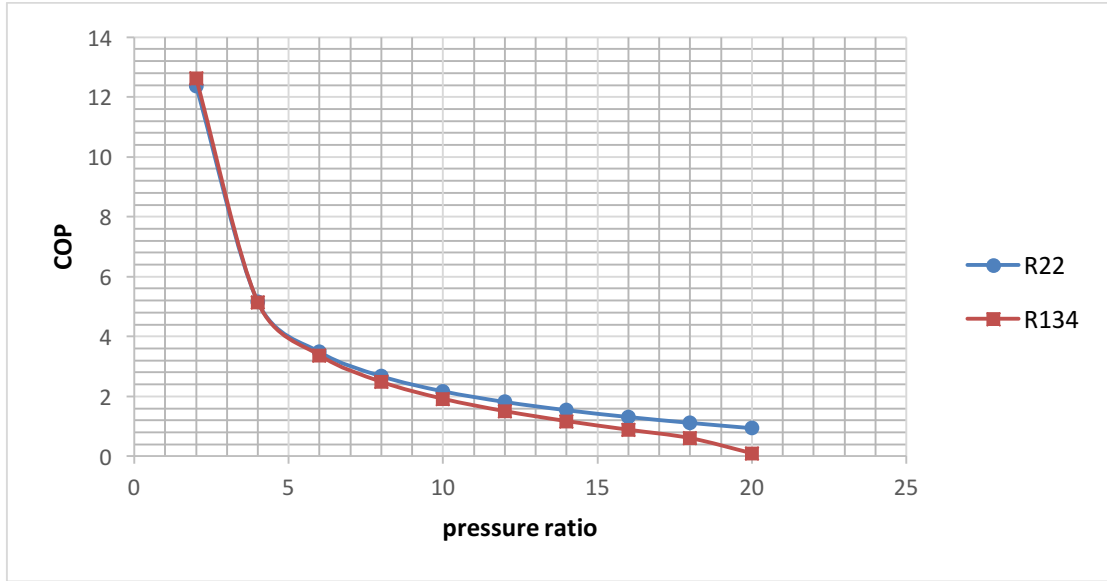
الشكل(5.2): أكبر درجة حرارة لدورة تبريد الإنضغاطية لمائع R-22 عند ضغوط مختلفة.

الشكل(6.2) يوضح تصرف معامل الأداء لدورة التبريد الإنضغاطية لمائع R-22 عند ضغوط مختلفة، نلاحظ من الشكل أن معامل الأداء يتدنى مع زيادة نسبة الإنضغاطية وتقترب الضغوط من بعضها عند بداية التصرف لمعامل الأداء، ونلاحظ أيضا أن نسبة الإنضغاطية تكون مختلفة للضغوط المختلفة وتكون أعلى نسبة عند الضغط 2bar وتكون متساوية عند الضغوط الأخرى.



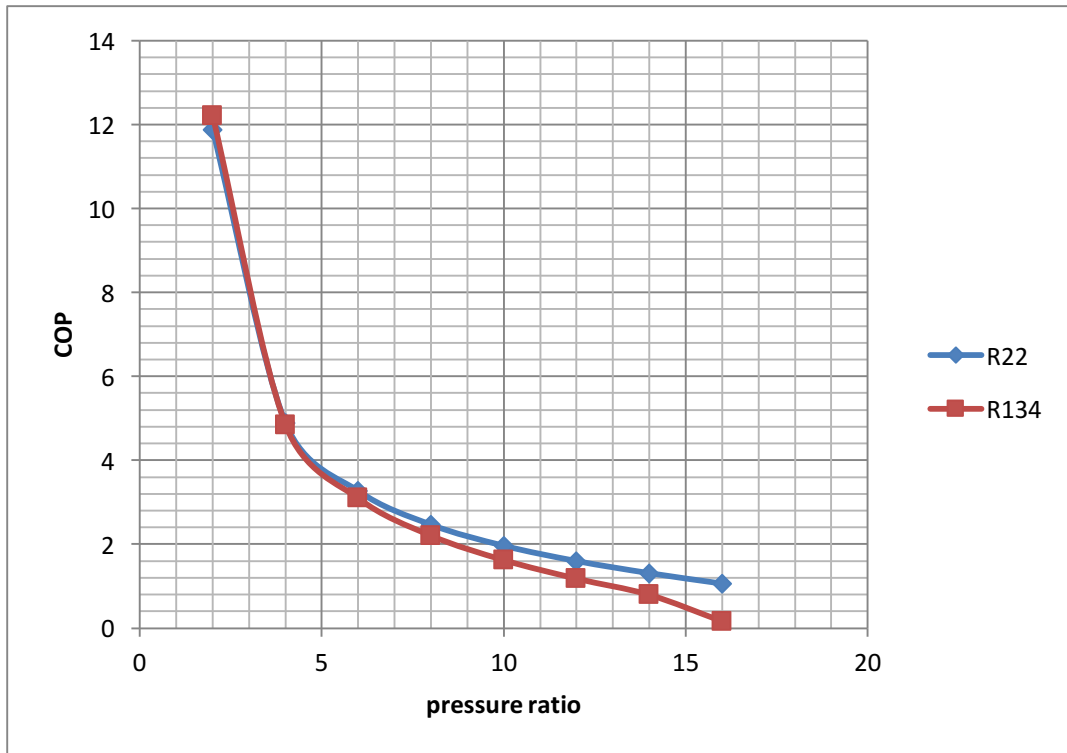
الشكل(6.2):معامل الأداء لدورة التبريد الإنضغاطية لمائع R-22 عند ضغوط مختلفة.

الشكل (7.2) يوضح تصرف معامل الأداء لمقارنة بين غاز R-22 و R-134a عند ضغط 2bar، نلاحظ من الشكل أن معامل الأداء يتدنى مع زيادة نسبة الإنضغاطية ويكون تصرف معامل الأداء الذي يتدنى أقل في حالة غاز R-134a مقارنتا بغاز R-22.



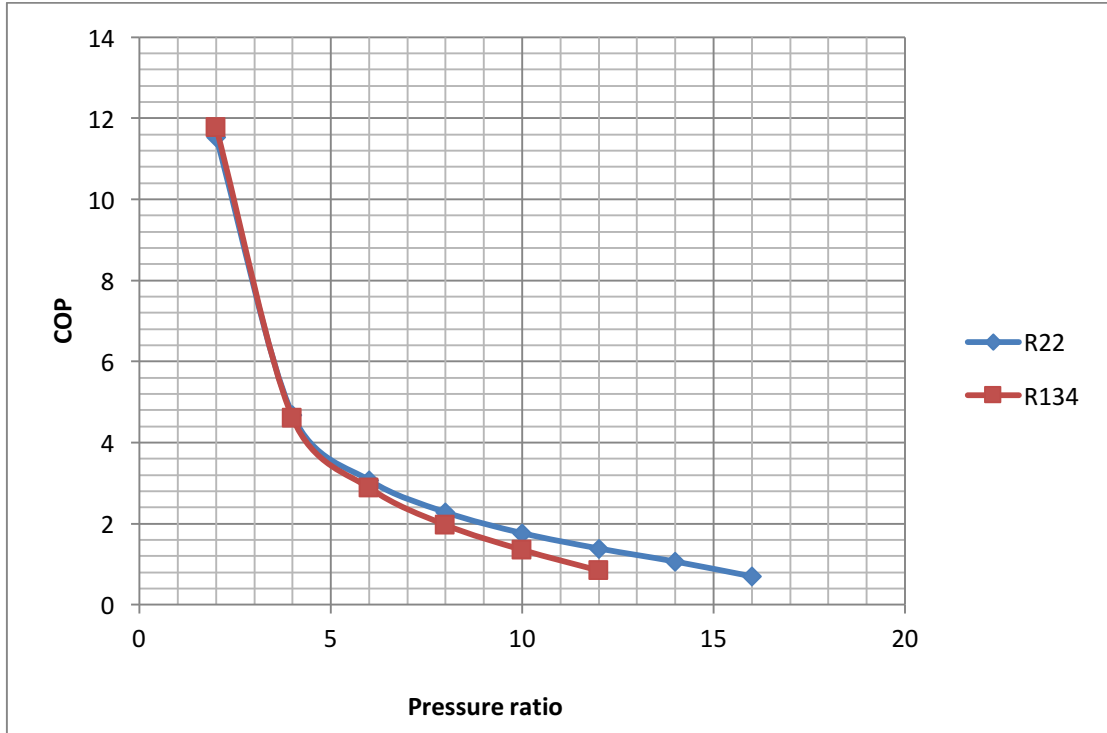
الشكل (7.2): مقارنة بين معامل الأداء لغاز R-22 و R-134a عند ضغط 2 bar.

الشكل (8.2) يوضح تصرف معامل الأداء لمقارنة بين غاز R-22 و R-134a عند ضغط 2.5bar، نلاحظ من الشكل أن معامل الأداء يتدنى مع زيادة نسبة الإنضغاطية، ونلاحظ أن نسبة الإنضغاطية تكون أقل مقارنتا بالضغط 2bar.



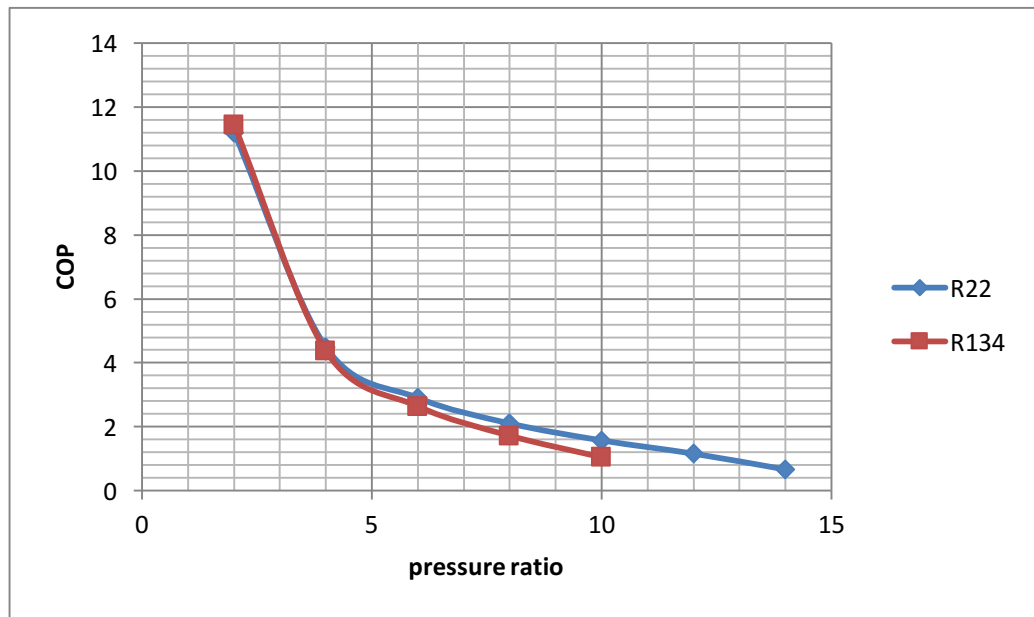
الشكل (8.2): مقارنة بين معامل الأداء لغاز R22 و R134 عند ضغط 2.5 bar.

الشكل (9.2) يوضح تصرف معامل الأداء لمقارنة بين غاز R-22 و R-134a عند ضغط 3bar، نلاحظ أن معامل الأداء يتدنى مع زيادة نسبة الإنضغاطية، وتكون نسبة الإنضغاطية أكبر في حالة غاز R-22 مقارنة بغاز R-134a.



الشكل (9.2): مقارنة بين معامل الأداء لغاز R22 و R134 عند ضغط 3 bar.

الشكل (10.2) يوضح تصرف معامل الأداء لمقارنة بين غاز R-134a و غاز R-22 عند ضغط 3bar، نلاحظ من الشكل أن معامل الأداء يتدنى مع زيادة نسبة الإنضغاطية، وكذلك تكون أعلى قيمة عند نسبة الإنضغاطية عند غاز R-22.



الشكل (10.2): مقارنة بين معامل الأداء لغاز R22 و R134 عند ضغط 3.5 bar.

الفصل الثالث

الإستنتاجات والتوصيات

1.3 الإستنتاجات:

التبريد بواسطة الإنضغاط يعتمد على حقيقتين عمليتين هو أن تبخر أي سائل يحتاج إلى حرارة والأخرى أن درجة غليان السائل بانخفاض ضغطه ويمكن الحصول على تأثير تبريدي عند تبخر أي سائل عند ضغط منخفض حيث تكون درجة الحرارة لهذا السائل منخفضة ويسحب السائل الحرارة من الوسط المحيط به بتبخره أي تبريد الوسط، وتتكون دورة التبريد من 4 مراحل وهي الضاغط، المكثف، المبخر، صمام التمدد، وتناولت الدراسة منظومة تبريد إنضغاطية (المكيف) يهدف للتعرف على كيفية عملها والتحقق نظريا من أدائها وذلك باختبارها عند ضغوط تشغيل مختلفة و بموائع مختلفة.

أظهرت النتائج المتحصل عليها أن درجة الحرارة تتغير عند كل الضغوط أي أن تزداد درجة الحرارة عند كل الضغوط.

وأشارت النتائج إلى أن معامل الأداء لمائع التبريد R-134a، R-22 يتدنى بزيادة نسبة الإنضغاطية عند كل الضغوط.

وبينت النتائج أن الضغط عند 2bar يعطى أعلى معامل أداء وأعلى قيمة لدرجة الحرارة، وأن أداء المنظومة يتفاوت عند تشغيلها للفرينات المختارة.

2.3 التوصيات:

بناء على النتائج المتحصل عليها كان غاز R-134a أفضل غاز لمنظومة التبريد الإنضغاطية لظروف تشغيل مختلفة، ونوصي أيضا على تجربة موائع أخرى بديلة لها معامل أداء عالي.

المراجع

- 1- د. صالح محمد أبو غريس ، الديناميكا الحرارية-الجزء الأول منشورات ELGA 2001.
- 2- د. أبوبكر عويدات ، أمقدم طارق جيجان ، هندسة التبريد - الطبعة الأولى 2001 جامعة سيها- ليبيا.
- 3- موقع لمحات - أفضل درجة حرارة مكيف الهواء
<https://www.lamhaat.com> 2015/8/10م.
- 4- محرك ويكيبيديا الموسوعة الحرة <https://ar.m.wikipedia.org/wiki>، محرك.
- 5- موانع التبريد: ألوانها، إستخداماتها-ملتقى التبريد والتكييف HVACCafe
<http://hvacafe.com>، غازات التبريد. 2017/5/28.
- 6- غازات التبريدArchives-ملتقى التبريد والتكييف HVACCafe
<https://hvacafe.com/category>
- 7- جروش بوش، أساسيات الفيزياء
- 8- أحمد عبدالسلام رحيل- د. الطاهر مفتاح بوعين، الفيزياء الجامعية للعلوم الطبية والحيوية
- 9- جوردون فان-إيلس-ريتشارد سونتاج، أساسيات الديناميكا الحرارية الكلاسيكية-الطبعة الثانية
- 10- إبراهيم إبراهيم الشريف، النظرية الحركية للغازات والحرارة الديناميكية
- 11- فريدريك بوش-أبوجين هنت، الفيزياء الجامعية
- 12- كيف يعمل المكيف-موضوع
mawdoo3.com، تقنيات متنوعة
- 13- ماهو غاز الفريون- موضوع
mawdoo3.com، ما-هو-غاز-الفريون
- 14- <http://hazemsakeek.net/QandA/refrigerator/refrigerator.htm>
- 15- <http://kenanaonline.com/users/ashrafhakal/posts/100>
- 16- <http://ar.unionpedia.org/i>
- 17- <http://mohandseen.blogspot.com/2012/01/what-are-main-advantages-and.html>
- 18- <https://ar.wikipedia.org/wiki>
- 19- <http://mawdoo3.com>

