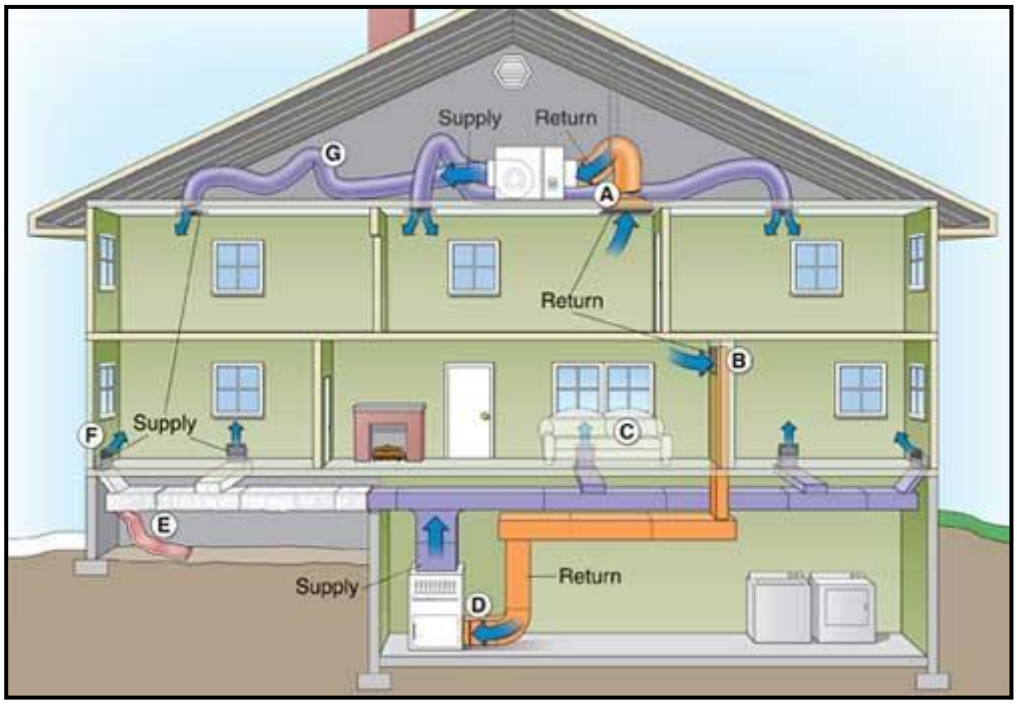
وزارة الصناعة والتجارة الخارجية
مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني
الإدارة المركزية لشئون التدريب
الإدارة العامة للبرامج والمواصفات

مهنة: صيانة وإصلاح أجهزة التبريد وتكييف الهواء "نظام وحدات تدريبية"

الوحدة الخامسة: أنظمة ووحدات التكييف المركزى

السنة: الثانية



إعداد
مهندس/ سيد كامل محمد
مدير إدارة البرامج بالمصلحة

مراجعة
مهندس/ مدحت أبو الحسن محمد
مدير التدريب (مشروع الـ TVET)

العام التدريبى 2013/ 2014

المحتويات

م	الموضوع	الصفحة
1	**ملخص الوحدة التدريبية**	3
2	**المعارف النظرية**	
	1 - نظم تكييف الهواء المركزية (هوائى شامل- مائى شامل –هوائى/مائى)	4
	2- مراحل تركيب أنظمة التكييف المركزى (التصميم- التنفيذ)	10
	3- أنظمة توزيع الهواء والماء ، وجودة الهواء الداخلى	15
	- أنماط توزيع الهواء (Air distribution Patterns)	16
	- أنواع أجهزة تغذية الهواء (Types of air supply devices)	18
	- جودة الهواء الداخلى INDOOR AIR QUALITY	24
	- تلوث الهواء (Air contamination) وكيفية تنقيته	25
	- مرشحات الهواء: (Air Filters)	28
	4- وحدة مناولة الهواء المركزية ومشتملاتها :"Air Handling Unit "AHU	33
	- المكونات الأساسية لوحدة مناولة الهواء	33
	- الأجزاء الإضافية التي تركب بوحدات مناولة الهواء المركزية:	35
	(أ) أجهزة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء.	
	(ب) قسم بوابات (Dampers) التوجيه والتهريب.	
	(ج) صندوق مرشحات الهواء.	
	(د) صندوق خلط الهواء.	
	(هـ) قسم ملفات التدفئة الإبتدائية.	
	- تصنيف وحدات مناولة الهواء Classification of AHU	37
	5- الغلايات : أنواعها – أجهزة التحكم – إستخداماتها	39
	- كفاءة الغلايات (Boiler Efficiency)	43
	- إحتياطات السلامة والتحكم عند بدء تشغيل الغلايات	43
	- حساب كفاءة الغلايات	44
	6- التشغيل والخدمة والصيانة للتكييف المركزى	45
	1. تشغيل محطة التكييف المركزى	45
	2. إيقاف محطة التكييف المركزى	45
	3. - عمليات الصيانة	46
3	**أسئلة المعارف النظرية**	51
4	**الإجابات النموذجية**	55
5	**التدريبات العملية**	
	1. تحديد الطرق المختلفة للتكييف المركزى.	56
	2. تحديد الأجزاء الأساسية والملحقات لنظام تكييف مركزى (هواء – ماء) وعمل الصيانة الدورية	58
	3. تحديد الأجزاء الأساسية لوحدة مناولة الهواء لنظام تكييف مركزى وعمل الصيانة الدورية.	60
	4. فك وتركيب وصيانة وحدة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء لوحدة مناولة الهواء.	62
	5. تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية وتشغيل وإيقاف وصيانة غلاية بخارية لنظام تكييف مركزى	64
	6. تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية وتشغيل وإيقاف وحدة التحكم الكهربى الرئيسية لنظام تكييف مركزى	66
6	**ملحق للمصطلحات الفنية الشائعة الإستخدام فى مجال التبريد والتكييف**	68

ملخص الوحدة التدريبية

الموضوع	عدد الساعات	عدد الأسابيع	المعدات المطلوبة
أنظمة ووحدات التكييف المركزى	144	6	**مذكورة داخل الوحدة**

الوحدة الخامسة : أنظمة ووحدات التكييف المركزى

فى نهاية دراسة الوحدة يكون الطالب قادراً على :

- الطرق المختلفة للتكييف المركزى .
- التعرف على وحدة مناولة وتوزيع الهواء، وحدة الترطيب، وحدة التسخين والتجفيف.
- وحدة مناولة الهواء ومكوناتها .
- التعرف على الغلايات وأنواعها وأجهزة التحكم وإستخدامها ، وتشغيلها .
- الأعطال وطرق التغلب عليها.
- تحديد مكونات التكييف المركزى والتعرف عليها.
- كيفية رسم دوائر توضيحية .
- صيانة العوامات والخزانات ومرشحات الهواء .
- فك وتركيب وصيانة وحدة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء.
- تحديد الأعطال لأجهزة التكييف المركزى وطرق الإصلاح .

1- نظم تكييف الهواء المركزية (Central Air Conditioning Systems)

مقدمة: Introduction

جهاز التكييف المركزى عبارة عن وحدة تكييف هواء توجد فى مكان مركزى بالنسبة للمبنى يعمل على خدمة عدد من الطوابق ذات الغرف المتعددة الأغراض بسهولة ، وفى كل تطبيق يجب على المصمم مراعاة المزايا الأساسية لكل نظام ومن ثم إختيار النظام المناسب.

وإختيار نوع النظام يعتمد على عدة عوامل هى:

- التغير فى الأحمال الحرارية للمبنى.
- متطلبات المناطق المراد تكييفها.
- المكان المتاح لوضع الأجهزة.
- التكلفة.

وتتعدد أنظمة التكييف المركزى على النحو التالى:

أ- نظام تكييف هواء بنظام الهواء الشامل: وفيه يتم إمداد الغرفة المطلوب تكييفها بهواء مكيف بارد أو ساخن بالمعدل المطلوب والشروط المناسبة ويتم إعداد هذا الهواء المكيف فى مكان مركزى بعيداً عن الغرفة كما فى وحدات مناولة الهواء المركزية.

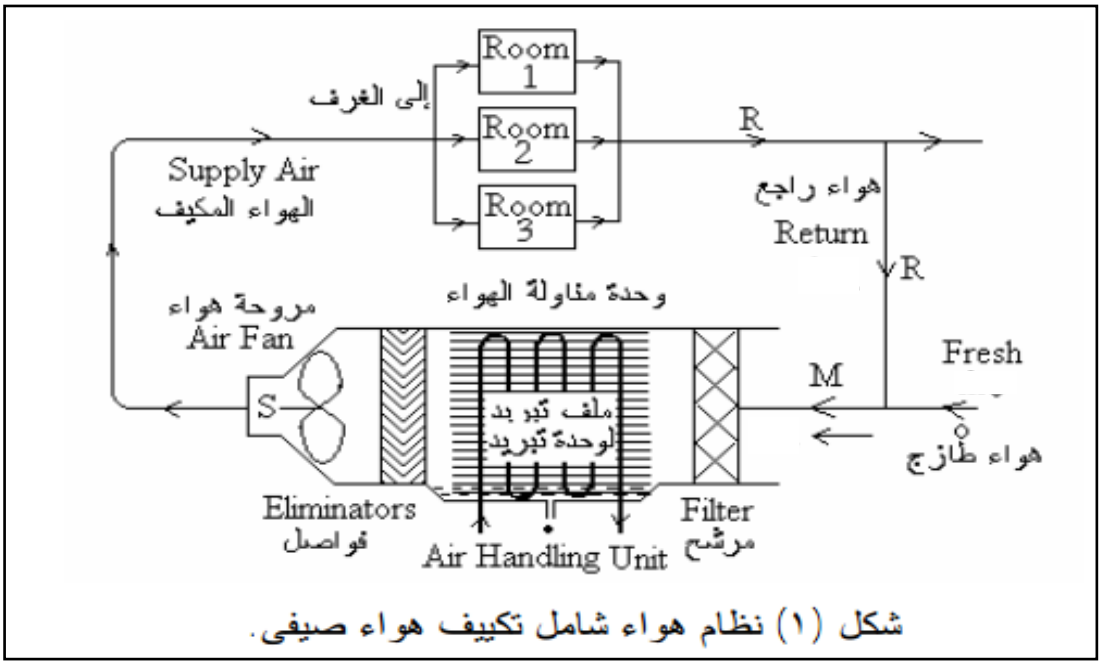
ب- نظام تكييف هواء بنظام الماء الشامل: وفيه يتم تكييف هواء الغرفة عن طريق التبادل الحرارى بين هواء الغرفة وماء بارد أو ساخن يجهز فى مكان بعيداً عن الغرفة ثم يمرر هذا الماء فى ملفات داخل الغرف لكى يحدث التبادل الحرارى مع هواء الغرفة كما فى وحدات تكييف الهواء باستخدام الماء كوسيط ناقل للحرارة بين الغرفة ووحدة تبريد أو تسخين الماء.

جـ - نظام تكييف هواء بنظام الهواء والماء: وفيه يتم تكييف الغرفة جزئياً بهواء مكيف ومعد فى مكان مركزى ثم يستكمل تكييف الغرفة بالتبادل الحرارى بين هواء الغرفة والماء البارد أو الساخن المار فى ملفات داخل الغرفة.

وسوف نقوم بشرح الأنظمة السابقة بشئ من التفصيل على النحو التالى:

أ- نظام تكييف هواء شامل (All Air Systems)

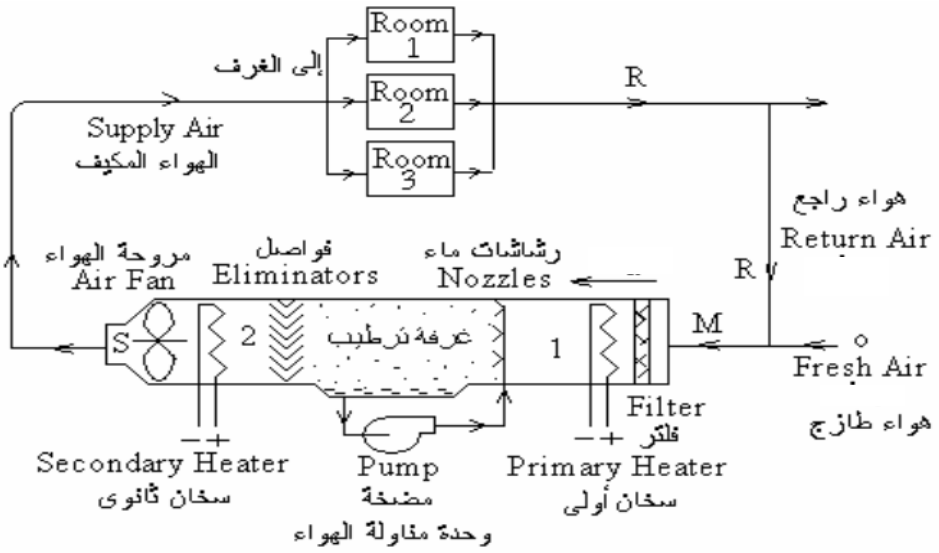
فى هذا النظام يستخدم الهواء فقط الذى يكيف إلى درجة الحرارة والرطوبة المطلوبة وذلك بتمريره فى وحدة مناولة الهواء المركزية على ملف تبريد أو ملف تسخين قبل دفعه إلى الغرفة بواسطة مروحة الهواء عبر شبكة نقل وتوزيع الهواء، ويوضح شكل (١) مخطط نظام تكييف هواء صيفى وفيه يتم تمرير الهواء المكون من جزء من الهواء الراجع والمتبقى من الهواء الطازج على وحدة مناولة الهواء التى تحتوى على مرشح لتنقية الهواء ثم ملف التبريد لكى يتم تبريده وتكثيف بعض بخار الماء الذى يحتويه الهواء ثم مرور الهواء على فواصل لفصل قطرات الماء من تيار الهواء ثم دفع الهواء إلى الغرفة بواسطة المروحة عبر شبكة مجارى الهواء.



شكل (١) نظام هواء شامل تكييف هواء صيفى.

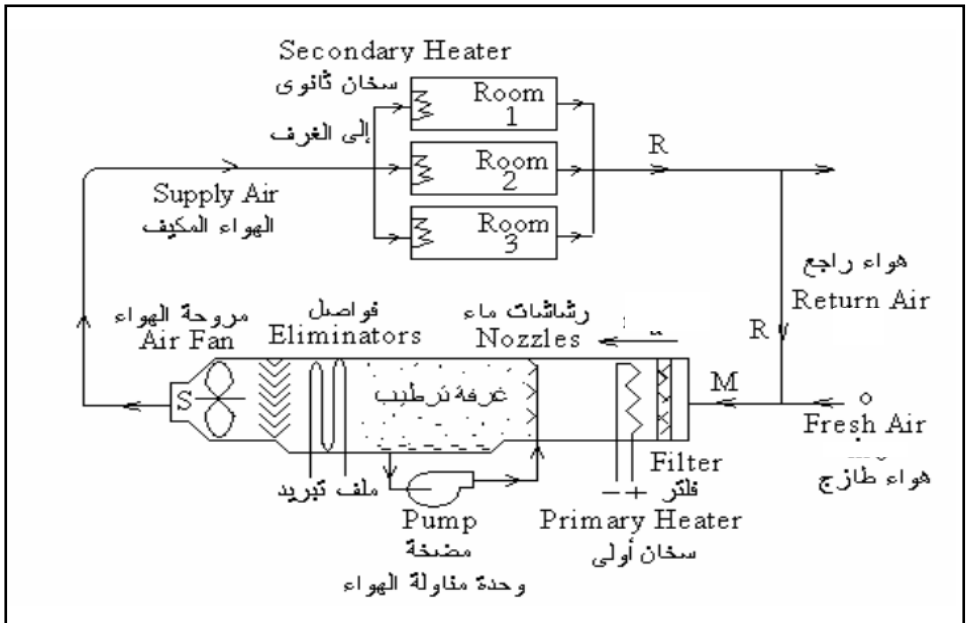
ويوضح شكل (٢) التالى مخطط نظام هواء شامل تكييف شتوى وفيه يتم خلط جزء من الهواء الراجع مع الهواء الطازج ثم يمرر الهواء على وحدة مناولة الهواء التى تحتوى على:

- مرشح لفصل الأتربة والعوالق الأخرى
- سخان أولى لإضافة بعض من الحرارة المحسوسة للهواء.
- غرفة ترطيب لرش الماء من خلال رشاشات لرفع نسبة الرطوبة بالهواء.
- الفواصل لفصل أى قطرات ماء من تيار الهواء.
- السخان الثانوى لإستكمال إضافة الحرارة المحسوسة للهواء لتعويض الحمل الحرارى.
- مروحة الهواء لدفع الهواء إلى شبكة توزيع الهواء لدفعه إلى الغرف.



شكل (٢) نظام هواء شامل تكييف هواء شتوى.

ويوضح شكل (٣) مخطط نظام هواء شامل يستخدم تكييف صيفى وشتوى، ففى الشتاء يستخدم السخان الأولى وغرفة الترطيب فى وحدة مناولة الهواء والسخان الثانوى فى الغرفة وبها حاكم لدرجة الحرارة (Thermostat) للتحكم فى مقدار إعادة التسخين فى الغرفة حسب متطلبات الحمل الحرارى.



شكل (٣) نظام هواء شامل صيفاً وشتاءً بإعادة التسخين فى الغرف.

أما فى فصل الصيف يستخدم ملف التبريد لتكييف الهواء من حيث درجة الحرارة ونسبة الرطوبة حسب معامل الحرارة المحسوسة للغرفة.

مزايا نظام تكييف الهواء الشامل :

- **البساطة (Simplicity)**

هذه الأنظمة سهلة التصميم والتركيب والتشغيل .

- قلة التكلفة الابتدائية (Low initial cost)

- **الاقتصاد فى التشغيل (Economy of operation)**

ذلك أن الهواء الخارجى وحدة يمكن أن يغطى إحتياجات التكييف فى الظروف المناخية المعتدلة فهذا يؤدى إلى ترشيد إستخدام التبريد بالإضافة إلى أنه فى أغلب الأحيان تكون الأماكن التى يخدمها هذا النظام محدودة وبالتالى فإن عمل النظام يكون مقتصراً على أوقات محددة.

- **التشغيل الهادئ (Quiet operation)**

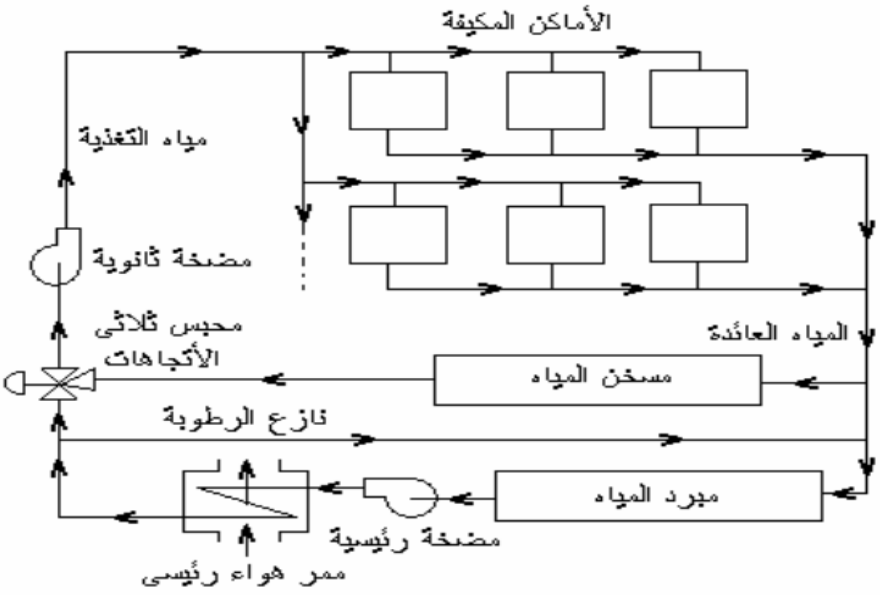
حيث أن جميع الأجهزة الميكانيكية يتم تركيبها فى أماكن بعيدة.

- **مركزية الصيانة (Centralized Maintenance)**

نجد إن ماكينات التبريد ووحدات مناولة الهواء توجد فى مكان واحد الأمر الذى يجعل عمليات الصيانة مركزة فى غرفة الماكينات.

ب- نظام تكييف ماء شامل (All Water Systems)

فى هذا النظام يتم تبريد أو تسخين الماء فى محطة مركزية ثم يتم توزيعه على الغرف المطلوب تكيفها كما هو موضح فى شكل (٤).



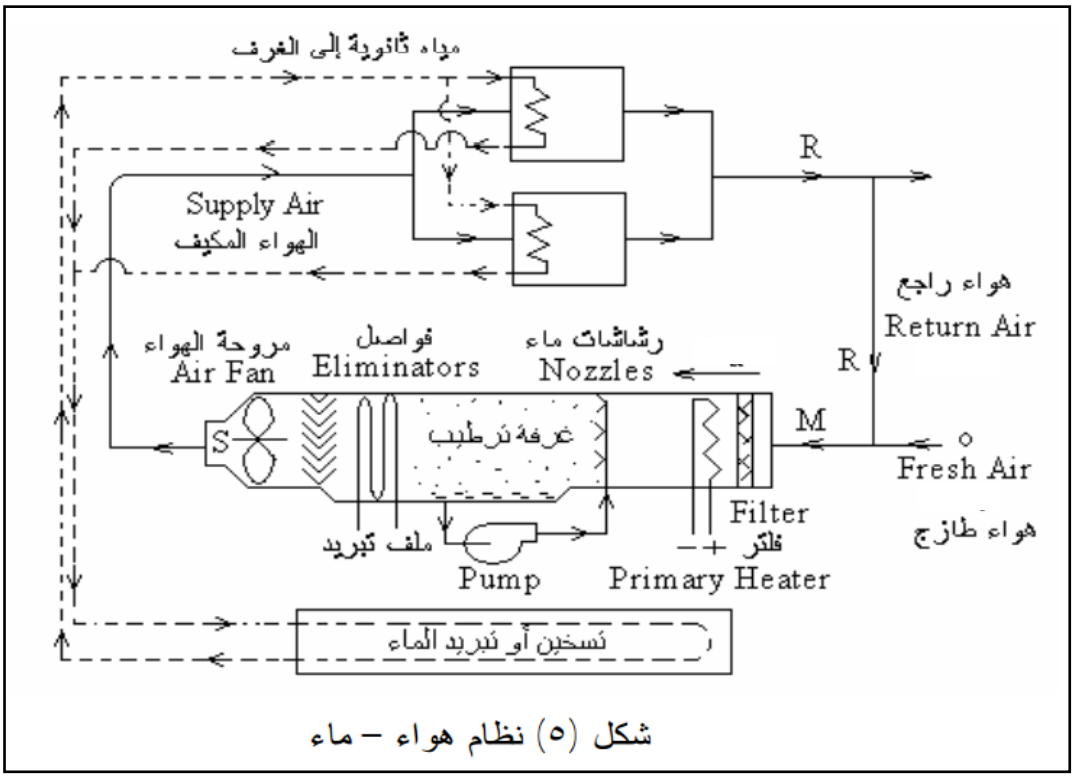
شكل (٤) نظام ماء شامل صيفاً وشتاءً.

وتتم التهوية عن طريق فتحات بالشبابيك أو الحوائط ويؤخذ الحمل الحرارى لهواء التهوية ضمن الحمل الحرارى للغرفة، ويتم التبادل الحرارى بين الماء وهواء الغرفة بإستخدام وحدة ملف مروحة والتى بها الملف الذى يمر بداخله الماء البارد أو الساخن ومروحة تعمل على سحب هواء الغرفة وتمريره على الملف ثم على مرشح قبل إعادته للغرفة، ويوجد صمام ثلاثى الأتجاهات للتحكم فى مرور المياه الساخنة أو الباردة ويوجد أيضاً ممر هواء رئيسى للتهوية (نازع الرطوبة) لتخفيض رطوبة الهواء بمروره على ملف ماء بارد لتكثيف بعض من بخار الماء الذى يحمله هواء التهوية، ويمتاز نظام الماء الشامل بما يلى:

- إنخفاض الحيز المستغل من المبنى بمعدات التكييف ومجارى نقل الهواء
- إمكانية التحكم فى درجة حرارة كل غرفة بمفردها عن طريق تشغيل أو إيقاف المروحة بواسطة حاكم لدرجة الحرارة (Thermostat) .
- إمكانية تزويد المبانى التى لم تجهز عند بنائها بأنظمة تكييف بنظام الماء الشامل لأنه لايحتاج سوى شبكة أنابيب المياه وحيز أقل للتجهيز المبنى ليصبح مبنى مكيف الهواء.

جـ - نظام تكييف هواء – ماء (Air-Water System)

يستخدم هذا النظام كلاً من الهواء والماء وتتم عمليات التسخين أو التبريد لكل من الهواء والماء فى مكان مركزى ثم يوزع كل منهما إلى الأماكن المطلوب تكييفها كما هو موضح فى شكل (٥).



شكل (٥) نظام هواء – ماء

وهذا النظام يستخدم فى تكييف الأماكن التى يكون معظم الحمل الحرارى بها ناتجاً عن الحرارة المحسوسة شرط ألا يتطلب تحكم عالى فى نسبة الرطوبة.

ويمتاز هذا النظام بإشغال مساحة صغيرة من المبنى وعدم وجود ضوضاء بالغرفة عند التشغيل وتستخدم المياه الثانوية فى كل غرفة للتحكم فى الحمل الحرارى خلال إستخدام وحدة ملف مروحة.

2- مراحل تركيب أنظمة التكييف المركزى:

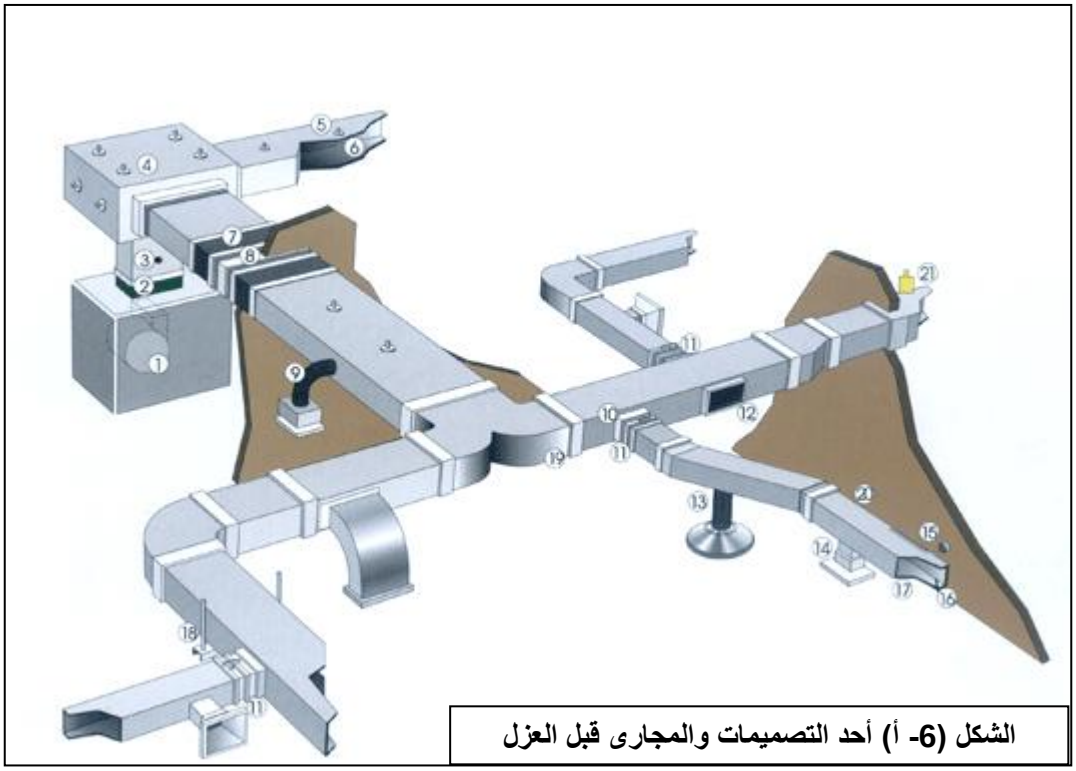
أ- مرحلة التصميم :

بعد الإنتهاء من التصميم المعمارى والإنشائى للمشروع المراد تكييفة يتم البدء في تصميم التكييف وتكون أول مرحلة وأهم مرحلة من مراحل التصميم هى حساب الأحمال الحرارية للمشروع ويفضل حساب تلك الأحمال بإستخدام برامج الكمبيوتر ومنها على سبيل المثال (Hap 2.40, Block load)، وبعد أن يتم حساب الأحمال الحرارية يتم تحديد الكمية والمواصفات الفنية للوحدات والملحقات المطلوبة للمبنى.

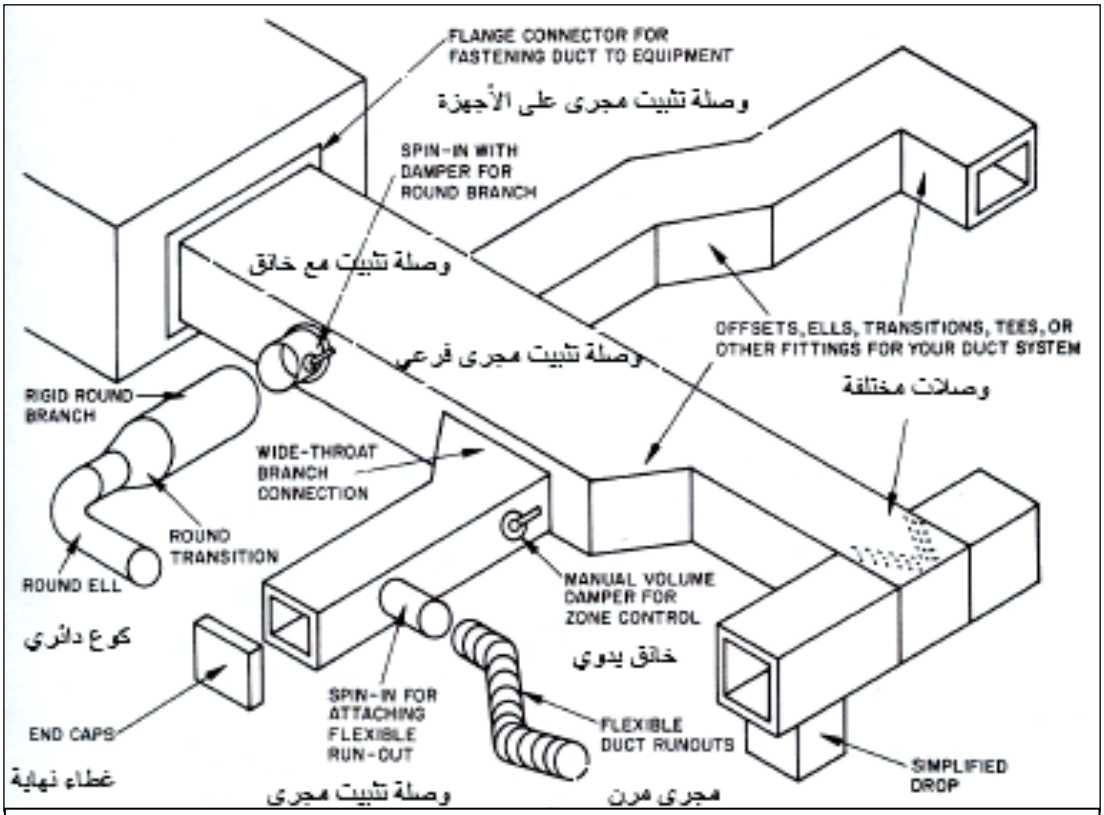
ثم يتم البدء في تصميم مجارى الهواء (Duct) حيث يعتمد حجم تلك المجارى على المساحة المراد تبريدها ويجب التأكد من تصميم مجارى الهواء بالشكل المناسب، ويلاحظ أحياناً وجود مبانى تعانى من مشكلة صوت مرتفع فى مجارى الهواء (Duct) وكذلك سوء فى توزيع التبريد حيث تجد إختلافاً فى درجات الحرارة فى المبنى الواحد ويرجع سبب ذلك إلى سوء التصميم وعدم توزيع الهواء فى المجارى (Duct) بالشكل المناسب.

وبعد الإنتهاء من تصميم مخططات التكييف يجب مطابقتها مع المخططات الأخرى كالمخططات المدنية والكهربائية لضمان عدم تعارض هذه المخططات وحتى يتم إنجاز المشروع فى أحسن صورة.

والشكلين (6- أ)& (6- ب) يوضحان أحد التصميمات والمجارى التى سيتم عزلها:



الشكل (6- أ) أحد التصميمات والمجارى قبل العزل



شكل (6- ب) نموذج لشبكة مجارى توزيع هواء وطرق تثبيتها

ب- مرحلة التنفيذ:

❖ **مرحلة إعتماد المواد:**

أول خطوه وأهم خطوه فى مراحل التنفيذ هى مرحلة إعتماد المواد طبقاً للمواصفات والجودة المحلية والعالمية ، فيجب معرفة مواصفات المواد المستخدمة في التركيبات قبل الإتفاق مع أى شركة لتنفيذ التركيبات لأن أسعار هذه الشركات تعتمد على مواصفات هذه المواد ، فكثيرا ما نجد إعلانات تكون رخيصة نسبيا لشركات التكييف ولكن تجدها أسوأ المواد من حيث المواصفات الفنية ، وبالتالى نجد أن أسعارها رخيصه نسبياً مقارنة مع السوق.

ويعتقد كثير من الناس عند تنفيذ أعمال التكييف بمواد رخيصة نسبياً أنهم يقومون بتوفير المال ولكنهم يجهلون أن بهذه الطريقة سوف يقومون بصرف أضعاف المبالغ التي تم توفيرها على الصيانة المستمرة للتكييف وكذلك نتيجة للإستهلاكات الحادة للكهرباء والطاقة ، وإقتصادياً وجد أن لو تم تركيب تكييف بإستخدام مواصفات عالية و بمبالغ أكبر من إستخدام المواصفات العادية سيكون المستفيد الأول هو صاحب المشروع لأنه سيوفر أعمال الصيانة والكلفة التشغيليه (Operating Cost).

وسنتطرق لمواصفات بعض المواد المستخدمه في أعمال التكييف على النحو التالى:

❖ **العوازل:**

هناك 3 أنواع من العوازل المستخدمة في أعمال التكييف وسوف نذكر الشائع منها :

1 -**العازل الداخلى**

ويجب أن يكون العازل الداخلي المستخدم لتغطية الدكت في الأماكن غير المكيفة وغير المعرضة للشمس بسمك 1 بوصة وبكثافة 24 كجم/م^3 تقريباً.

2 -العازل الخارجى

يكون العازل الخارجى المستخدم فى تغطية المناطق المعرضة للشمس بسمك 2 بوصة وبكثافة 48 كجم/م^3 تقريباً.

3 -عازل الصوت

يكون عازل الصوت المستخدم فى داخل الدكت بسماكة 1 بوصة وبكثافة 24 كجم/م^3 تقريباً ، و يمتد من ماكينة التكييف إلى داخل المبنى بمسافة 3 الي 6 متر.

❖ **مجارى الهواء (Duct) :** هناك مواد كثيرة تستخدم فى صناعة مجارى الهواء ولكن أفضل نوع هو النيبون استيل.

❖ **موزعات الهواء (Grill Diffusers):** ما يجب الحرص عليه فى موزعات الهواء هو وجود الدابر وهو مفتاح للتحكم في كمية الهواء.

الكلادينج : وهو المعدن الذي سيتم تغطية الأجزاء الخارجة من الوحدة والداخلة فى المبنى ويستحسن أن يكون بسمك 0.4 إلى 0.6 مم.

ويجب التأكد من جودة نوعية صناديق الخشب المستخدمة فى بفتحات مجارى الهواء كما هى مصممة بالمخطط.

وكما يجب التأكد من نوعية القماش المستخدم بين الوحدة والدكت الداخل للمبنى حيث يتم وضعه لتقليل إنتقال الإهتزازات بين الماكينة والدكت.

❖ **مرحلة التركيبات:**

1- بعد الإنتهاء من تصنيع مجارى الهواء طبقاً للأبعاد والمواصفات الموجودة بالمخططات التنفيذية وبالتنسيق مع الأعمال الأخرى (الإنشائية , المعمارية , الكهربائية , الصحية والبيئية, الحريق) يتم تثبيت صناديق الإطارات الخشبية بعد دهانها بمادة عازلة للرطوبة في الأماكن المحددة بالمخططات.

ويجب أن تكون الإطارات الخشبية من خشب جيد ونظيف ومن النوع الذي يسمح بتركيب وفك المسامير به بسهوله، وعند الإنتهاء من صب الخرسانة المسلحة وبعد فك خشب الخرسانة يكون المشروع جاهزاً لتركيب مجاري الهواء (Duct).

والشكل (7) يوضح شكل المجارى وطريقة تركيبها:

الشكل (7) شكل المجارى وتركيبها

2- يتم تعليق القطع المصنعة لمجارى الهواء على حمالات مصنوعة من زوايا حديدية مدهونة بمادة مانعة للصدأ ويراعى فيها السماكة والنوعية والمسافات البينية بين الحمالات.

3- بعد الإنتهاء من تحميل مجارى الهواء على الحملات يتم الربط بينهما عن طريق رابط وتسمى هذه الطريقة بعملية الجمع، وهناك طريقتين للجمع هما:

- طريقة البوكت جوينت (POCKET JOINT)
- طريقة اليو إس (U S JOINT)

وتستخدم الطريقة الأولى إذا كانت الأحجام المستخدمة فى عملية جمع مجارى الهواء أحجام كبيره والثانية إذا كانت الأحجام المستخدمة صغيرة.

4- بعد الإنتهاء من جمع مجارى الهواء يتم إحكام قطع الصاج مع بعضها البعض بوضع معجون حديد على أماكن الربط بين العلب لكى لا يكون هناك تسرب للهواء من مجارى الهواء.

5- وبعد الإنتهاء من جميع المراحل السابقة يتم وضع العازل الحرارى حول مجارى الهواء وذلك بتثبيته بدهان مجارى الهواء بمادة لاصقه ثم يلف العازل الحرارى حول مجارى الهواء ويتم وضع زوايا الصاج فى أركان مجارى الهواء فوق العازل الحرارى لحمايته عند لفه بالسلك المجلفن وتختلف سماكة هذا العازل وكثافته بإختلاف طبيعة إستخدام المبنى.

6- يتم تغطية مجارى الهواء الخارجة من المبنى بنوعية مختلفة من العازل حيت تكون الكثافة والسماكة أكبر من نوعية العازل المستخدمة فى داخل المبنى نظراً لتعرضة إلى أشعة الشمس والظروف المناخية، وينصح بإستخدام عازل بكثافة 48 كجم/م^3 وبسمك 2 بوصة.

والشكل (8) يوضح تغطية وعزل مجارى الهواء.

الشكل (8) تغطية وعزل مجارى الهواء

7- عند تركيب السقف التخيلى تترك أماكن لمداخل ومخارج الهواء بالسقف الزائف وبعد ذلك يتم تركيب مدخل مداخل ومخارج الهواء بالأماكن التي تم تركها بالسقف التخيلى وتثبت مع فتحات مداخل ومخارج الهواء لمجارى الصاج ، وبالنسبة للأماكن التى لا يوجد بها سقف تخيلى يتم تركيب مداخل ومخارج الهواء على الحوائط عن طريق تثبيتها بالإطارات الخشبية المخصصة لهذا الغرض.

8- بعد أن يتم الإنتهاء من أعمال العزل لمجارى الهواء الخارجة من المبنى والمتصلة بماكينة التكييف يتم تغطيتها للحماية ، وهناك طريقتين للتغطية:

- التغطية بواسطة البناء والأسمنت.
- التغطية بواسطة ألواح الألمنيوم.

9- عند وضع الماكينات على القواعد على الأسطح يتم وضع عازل بين ماكينة التكييف والقاعدة المحمولة عليها لمنع إنتقال الإهتزازات إلى الأرضيات المتصلة بالقاعدة وينصح بإستخدام عازل بسماكة 2 بوصة.

10- بعد ربط مجارى الهواء الخارجة من المبنى بماكينة التكييف بواسطة نوعية خاصة من القماش لكى يتم عزل الإهتزازات الخارجة من الماكينة وعدم انتقالها إلى مجارى الهواء يتم تركيب مرشح الهواء النقى (FILTER) في مكان سواء كان فى مجارى الهواء أو فى الماكينة.

11- فى بعض مجارى الهواء يتم تركيب السخان الكهربائى للهواء (DUCT HEATERS) داخل مجارى الهواء على السطح للتدفئة فى فصل الشتاء.

12- يتم توصيل الكهرباء الداخلة إلى وحدة التكييف بوصلات خاصة تكون على شكل مواسير مرنه لتمتص الإهتزازات الصادرة مع الماكينة ، ويتم توصيل مواسير تصريف الماء إلى الماكينة عن طريق خرطوم "Hose" "هوز" بين الماكينة وأنبوبة "Pipe" "بايب" الصرف لمنع انتقال اهتزازات الماكينة إلى المواسير.

13- وبعد الإنتهاء من جميع أعمال تركيب التكييف يتم تركيب مفتاح تشغيل وتنظيم درجات حرارة التكييف (THERMOSTAT) والموضع الصحيح لمنظم الحرارة الذي يزيد من فاعلية التكييف هو أن يكون بعيداً عن مخارج الهواء وقريبا من فتحات الراجع (Return Air Diffuser) ويراعى ضبط التكييف على الدرجة المطلوبة ويكون عند أبعد مدخل هواء من الماكينة إن أمكن وأن يكون إرتفاعه 150 سم عن الأرض (أمام مستو النظر).

14- وأخيرا يتم تجهيز ماكينات التكييف بعد تشغيلها لإختبارات الفحص ويفضل أن يكون فحص التبريد فى الفترة من 30 مايو إلى 15 سبتمبر وفحص التسخين فى الفترة من أول ديسمبر حتى 15 فبراير.

3- أنظمة توزيع الهواء والماء ، وجودة الهواء الداخلى

مقدمة :

يعتبر التوزيع الجيد للهواء داخل الغرف عاملا" أساسيا" فى تحديد درجة الراحة للإنسان ويتطلب ذلك :

1 - أن لا يكون التغير فى درجة الحرارة داخل الغرفة كبيرا (فى حدود 1°C ±) من درجة التصميم

2 - أن تكون سرعة الهواء داخل المنطقة المراد تكييفها بين (0.13 – 0.18 m/s) للتطبيقات التى يوجد فيها الأشخاص فى حالة الجلوس وبين (0.25 - 0.4 m/s) للتطبيقات التى يتحرك فيها الأشخاص لفترات قصيرة.

يشتمل نظام توزيع الهواء على مروحة تعمل على دفع الهواء خلال مجار ملحق بها مرافق (أكواع) ، إنحناءات ، خوافض خوانق ومخارج للهواء داخل الغرف وأجهزة راجع تعمل على سحب الهواء من الأماكن المكيفة إلى المروحة مرة أخرى .

ويتطلب ذلك الفهم الصحيح لأنماط وحركة الهواء داخل تلك الأماكن والتعرف على أجهزة توزيع الهواء وإستخداماتها المختلفة وطرق إختيارها بالإضافة إلى تصميم مجارى الهواء وعزلها وكذلك حساب الفقد نتيجة للإحتكاك فى تركيباتها المختلفة.

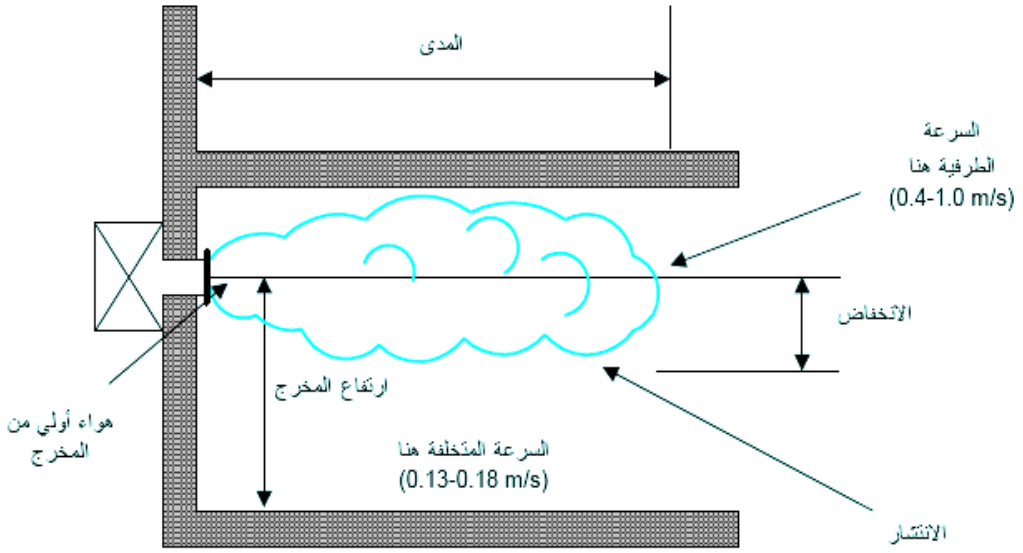
فى الأماكن المكيفة خاصة المزدحمة بالناس يعطى شاغلو المكان معدلات كبيرة من الحرارة ، بخار الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون ، وفى المصانع والمعامل قد تعطى المعدلات علاوة على ذلك غازات ضارة ومواد عالقة تؤثر على الصحة العامة وظروف العمل والمعيشة لذا يلزم تهوية الأماكن المأهولة بالناس للحصول على وسط صحى خالى من الغبار، الأتربة ، الغازات الفاسدة والروائح الكريهة مما يعنى أهمية التحكم الجيد فى جودة الهواء الداخلى والذى يتطلب تنقية الهواء وتعقيمه ، بالإضافة إلى إستخدام مرشحات هواء ذات كفاءة عالية فى أنظمة التسخين ، التهوية وتكييف الهواء.

وتحتوى أجهزة تكييف المركزى على نظام لتوزيع الماء يتكون من دورتين: إحداهما للماء البارد والأخر للماء الساخن .

وفى هذه الوحدة سوف تتم أيضا" دراسة خواص الأنابيب المستخدمة فى أنظمة توزيع الماء وطرق إختيارها بالإضافة إلى تركيبها بالصورة الصحيحة والتعرف على مشاكل تمدد الأنابيب وتعليقها وتثبيتها وإهتزازها بالإضافة إلى دراسة التركيبات المختلفة والصمامات المستخدمة وطرق تحديد هبوط الضغط خلالها وكذلك تصميم دوائر الماء.

- أنماط توزيع الهواء (Air distribution Patterns)

دراسة توزيع الهواء تتطلب الفهم الصحيح لحركة الهواء الذى يتم تغذيته للغرفة وكذلك معرفة المصطلحات المستخدمة كما هو موضح فى الشكل (شكل 9) :



شكل (9) أنماط توزيع الهواء

المدى (Throw)

عبارة عن المسافة الأفقية التى يقطعها الهواء قبل إن يصل إلى سرعة صغيرة نسبيا (يطلق عليها السرعة الطرفية) .

السرعة الطرفية (Terminal velocity)

هى السرعة عند نهاية المدى

السرعة المختلفة (Residual velocity)

هى السرعة النهائية التى يصل بها الهواء للأشخاص .

الإنخفاض (Drop)

هو عبارة عن المسافة الرأسية التى ينخفض بها الهواء البارد عند نهاية المدى .

تفاوت درجة الحرارة (Temperature differential)

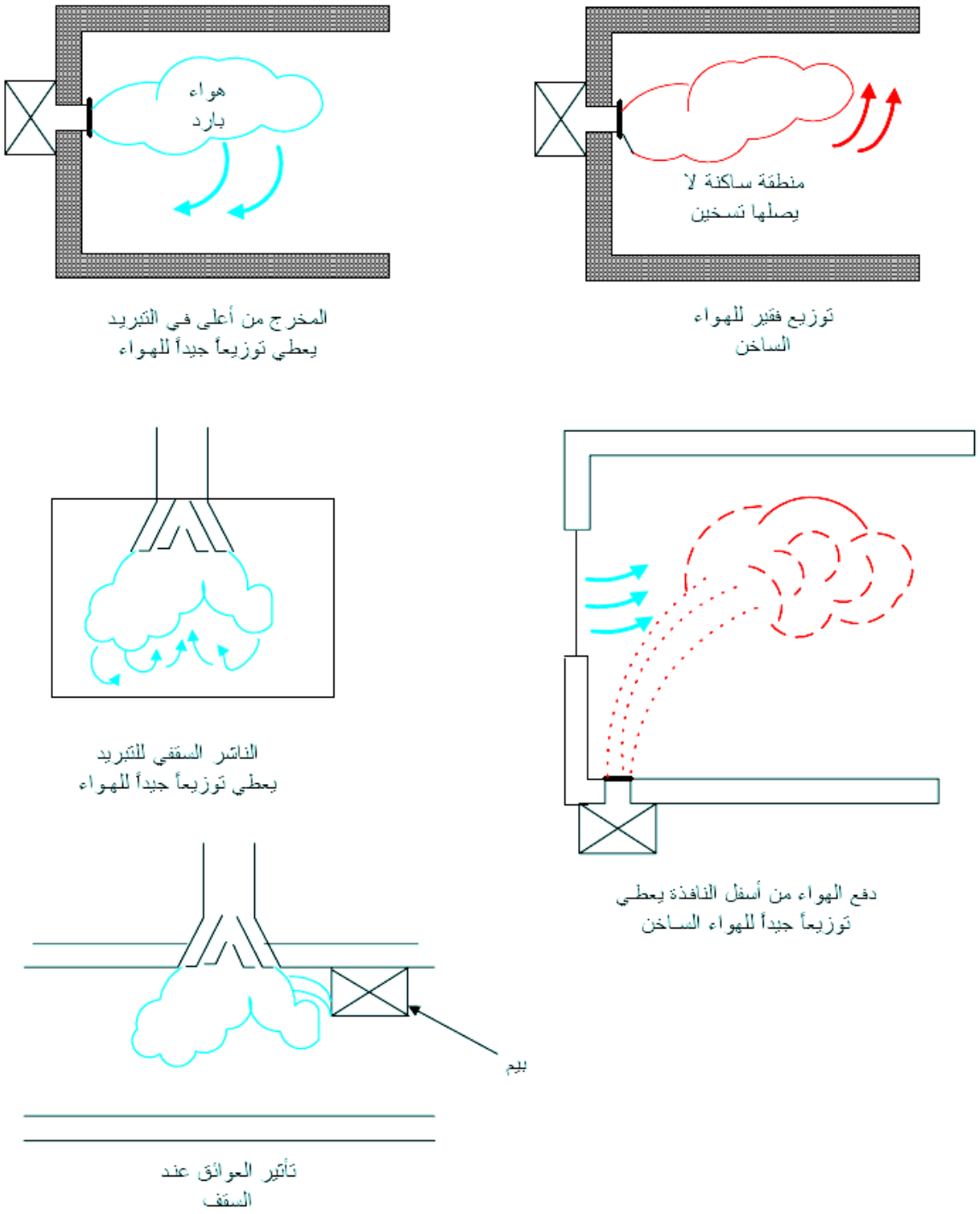
هو الفرق بين درجتى حرارة هواء الغرفة وهواء التغذية .

الإنتشار (Spread)

هو عبارة عن التباعد الأفقى لتيار الهواء .

الموقع (Location)

يعتبر موقع جهاز توزيع الهواء فى الغرفة ذو أهمية قصوى للحصول على توزيع جيد للهواء والشكل (10) يوضح التوزيع الجيد والفقير للهواء لبعض مواقع أجهزة توزيع الهواء داخل الغرفة .



شكل (10) التوزيع الجيد والإقتصادى للهواء داخل الغرف

- أنواع أجهزة تغذية الهواء (Types of air supply devices)

توجد أربعة أنواع من أجهزة تغذية الهواء التى تستخدم فى توزيع الهواء داخل الأماكن المكيفة بصورة جيدة وهذه الأنواع هى :

1. **الجريلات والحاكمات (Grilles & Registers)**
2. **النواشر السقفية (Ceiling diffusers)**
3. **النواشر المشقوبة (Slot diffusers)**
4. **أسقف التخزين (Plenums ceilings)**

1 - الجريلات والحاكمات (Grilles & Registers)

هى عبارة عن أجهزة تتكون من إطار وقضبان متوازية ثابتة أو متحركة تعمل على التحكم فى توزيع الهواء أى ضبط المدى والانتشار ، يطلق على الجريلات التى تحتوى على خوانق تحكم مثبتة من الخلف حاكمات كما هو موضح فى الشكل (11)

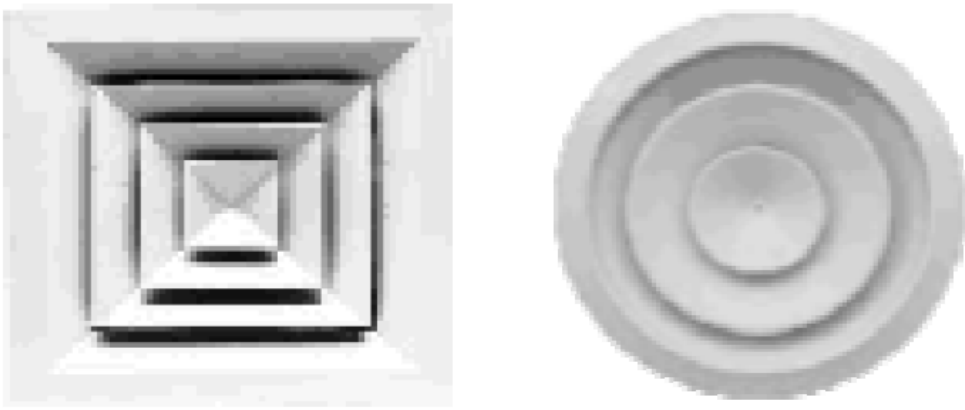
(أ): جريل (Grille)　　(ب): حاكم (Register)

شكل (11) جريل وحاكم

2 -النواشر السقفية (Ceiling diffusers)

تحتوى هذه الأجهزة عادة على واجهة دائرية أو مربعة تغطى فتحة تغذية الهواء فى السقف وهى تتكون من حلقات متداخلة تسمح بخروج الهواء فى طبقات متعددة ويجب إن يتوافق مظهر النواشر السقفية مع تأثيث المبنى، معدات الإضاءة وأن توضع فى مراكز المساحات المخصصة لها.

الشكل (12) لنواشر سقفية دائرية ومربعة .

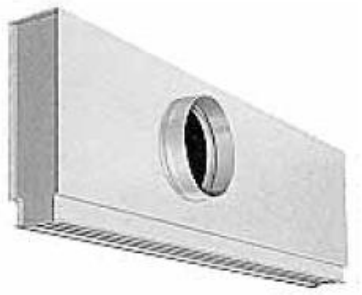


(أ): ناشر دائري (Round diffuser) (ب): ناشر مربع (Square diffuser)

شكل (12) نواشر سقفية دائرية ومربعة

3 -النواشر المثقوبة (Slot diffusers)

عبارة عن خوص طويلة بينها فتحة أو فتحات طويلة وضيقة حسب عدد الخواص شلك (13)



شكل (13) **ناشر مثقوب (Slot diffuser)**

4- أسقف التخزين (Plenums ceilings)

الأسقف المعلقة التى توجد بها فتحات أو ثقوب خلال كل السقف تقريبا تعمل كمخارج لتغذية الهواء يستخدم الحيز فوق السقف كوعاء أو خزان كبير للهواء يتم من خلاله توزيع الهواء وبهذه الطريقة يمكن توزيع الهواء بصورة منتظمة للمكان المراد تكييفه، كما يمكن إستخدام الأسقف المبردة للهواء الراجع .

وتتطلب عملية تصميم وموازنة أنظمة الأسقف التى تستخدم كخزان للهواء جهة متخصصة للقيام بها، ويوضح الشكل (14) شكل للسقف المبرد.

شكل (14) سقف تخزين (Plenum ceiling)

الإستخدامات : Applications

1 - الجريلات:

فى حالة التبريد : يفضل وضع الجريلات فى أعلى الحائط الأمر الذى يساعد على خلط الهواء البارد مع هواء الغرفة بصورة جيدة (لا حظ أن كثافة الهواء تزيد بإنخفاض درجة حرارته) .

فى حالة التدفئة: يتم وضع الجريلات أسفل الشبابيك فى وضع محيطى حيث تقوم بتصريف الهواء الساخن رأسيا إلى أعلى مما يجعلها تناسب الأجواء الباردة بالإضافة إلى ميزة تقليل تكاليف الإنشاء نسبة لأن أعمال مجارى الهواء فى الأرض تكون بسيطة وسهلة.

ونادرا" ما تستخدم الجريلات فى الأسقف نسبة لمظهرها غير المقبول وعليه فإنها تستخدم فى مجارى الهواء الراجع وتكون أسفل الحوائط.

2 - النواشر السقفية:

يتم تركيبها دائماً فى الأسقف ويتم تصريف الهواء أفقيا إذا استخدمت فى التبريد النواشر السقفية الدائرية أو المربعة ولها فتحات متساوية وتستخدم لتغطية الغرف المربعة.

بعض أنواع نواشر السقف تستخدم فى التدفئة بضبط الهواء ليتم تصريفه رأسيا إلى أسفل وبسرعة عالية وهذا أكثر شيوعا فى التطبيقات الصناعية.

3- النواشر المثقوفة

تكون دائما متوفرة فى أشكال تسمح باستخدامها فى الأسقف أو فى الجوانب بالإضافة إلى إنها أكثر إستخداما" فى التطبيقات المحيطية حيث تقوم بتصريف الهواء رأسيا من العتبة أسفل النوافذ ويعزى ذلك لإستخدام نوافذ قصيرة وجوانب عريضة من الزجاج فى العديد من المبانى الحديثة .

أجهزة الهواء الراجع (Return air devices)

تستخدم جميع أجهزة تغذية الهواء (المخارج Outlets) التى سبق ذكرها مع الهواء الراجع، والجريلات هى الأكثر إستخداما نسبة لرخص ثمنها ويمكن تركيبها فى أى مكان داخل الغرفة ولكن بالرغم من ذلك من المستحسن وضع أجهزة الهواء الراجع بعيدا عن المخارج مع التأكد من إحتمال حدوث دائرة مقصرة للهواء وإذا كانت أجهزة الراجع فى الممرات أو فى أماكن متجاورة فيجب تركيب جريلات انتقال أو فتحات توضع فى الفواصل أو الأبواب أو يمكن فتح الأبواب من أسفل .

إختيار أجهزة هواء التغذية والراجع (Selection of supply & return air devices)

1 - مخارج الهواء (Air outlets)

يعتمد اختيار مخارج الهواء لأى مشروع على الآتى :

(أ) متطلبات معمارية

يقوم المهندس المعمارى بإختيار نوع المخارج وتحديد أماكن تركيبها لتناسب المظهر المطلوب للمكان.

(ب) متطلبات إنشائية

التصميم الإنشائى للحوائط والأسقف والأرضيات يؤثر فى وضع أعمال مجارى الهواء وبالتالى مخارج الهواء وعليه يجب الرجوع للمهندس الإنشائى فى هذا الصدد.

(ج) التفاوت فى درجة الحرارة

عند وجود فرق كبير بين درجتى حرارة التغذية والغرفة فإنه تزداد خطورة دخول الهواء للمكان المراد تكييفه بدرجة حرارة غير مناسبة وعليه فإن النواشر السقفية لما لها من نسبة حث عالية لهواء الغرفة تعمل على تقليل هذه المشكلة على عكس الجريلات.

(د) الموقع

عند توزيع هواء بارد فإن المخارج توضع دائماً فى الأسقف أو أعلى الجوانب للحوائط حيث يتم تصريف الهواء رأسيا من أسفل النوافذ وفى هذه الحالة فإن وضع الهواء الراجع يعتبر ذا أهمية فيجب أن يكون على ارتفاع منخفض ومن داخل الغرفة لتفادى حدوث مشاكل فى مخارج الهواء التى تستخدم فى التدفئة يتم تركيبها حول المحيط وتقوم بتصريف الهواء رأسيا إلى أعلى .

(هـ) الكمية :

يتم عادة تركيب أكثر من مخرج للهواء فى الغرفة وهذا الاختيار يعتمد على عدة العومل هى :

- كمية الهواء
- التكلفة
- المتطلبات المعمارية

(و) الحجم :

بعد دراسة جميع النقاط المذكورة والمتعلقة بالإختيار يمكن تحديد الحجم المناسب للمخرج ويتم ذلك عادة بمساعدة جداول المصنعين.

الخواص الهامة التى تمتاز بها النواشر السقفية هى معدل السريان، المدى، ارتفاع السقف (دائما" يكون فى حدود (3 m) ومستوى الصوت كما هو موضح فى الجدول التالى :

م	التطبيق	مستوى الصوت(SL) =(db)
1	استوديهات البث	20 – 25
2	قاعات الدراسة	30 – 40
3	الفنادق والشقق المفروشة	30 – 40
4	قاعات المجالس	30 – 40
5	المنازل (أماكن النوم)	25 - 35
6	قاعات المؤتمرات	25 - 35
7	المستشفيات	25 - 35
8	المساجد	20 - 30
9	قاعات المحاكم	30 – 40
10	المكتبات	30 – 40
11	المكاتب الخاصة	30 – 40
12	المكاتب العمومية	35 - 45
13	المطاعم	35 - 45
14	المصانع	40 - 65

جدول يوضح : مستويات الصوت المفضلة فى بعض التطبيقات

مدى الناشر (أكبر نصف قطر للانتشار من منتصف الغرفة إلى الحائط)

$$T = \frac{7.5}{2} = 3.75 \text{ m}$$

من جدول معطيات أداء النواشر الدائرية نختار الناشر مقاس (30 cm) ومواصفاته هى :

SL = 33 db , 25 pa = sp, 5.2 m = T, 392 = L /S

إختيار أجهزة الهواء الراجع :

يكون اختيار أجهزة الهواء الراجع عادة سهلا" وبسيطا" الجدول التالى يوضح سرعات الوجه الداخلة المسموح بها للهواء الراجع والتى تعطى مستويات ضوضاء مقبولة سرعة الوجه ترمز للسرعة التى يتم حسابها باستخدام الأبعاد الكلية للجريل حيث إن السرعة الحقيقة تكون عادة أكبر من سرعة الوجه نتيجة لوجود قضبان الجريل:

م	الموقع	السرعة (m / s)
.1	أعلى الحوائط	4
.2	حول تواجد الأشخاص بعيدا" عن المقاعد	3-4
.3	حول تواجد الأشخاص بعيدا" عن المقاعد	2 - 3
.4	الأبواب وموجهات الحوائط	1 - 2
.5	أسفل الأبواب	1 - 2

جدول يوضح سرعات الوجه لمدخل الهواء الراجع

مثال:

جريل تم وضعه فى أعلى جانب الحائط لغرفة يطرد (0.7 M / s) من الهواء للخارج . إحسب مساحة الوجه للجريل

الحل :

بإستخدام الجدول أعلاه نوجد سرعة الوجه للهواء الداخل 4m / s

$$\text{Face area} = \frac{0.7}{4} = 0.18\ m^2$$

- جودة الهواء الداخلى INDOOR AIR QUALITY

متطلبات التهوية : (Ventilation requirements)

من أجل تحقيق احتياجات التهوية لكل مكان يجب تجديد الهواء للمحافظة على النسب المسموح بها للغازات الضارة وكذلك توفير الهواء النقى اللازم للتنفس – الشخص يحتاج فى حدود (5 L/ s) من الهواء النقى ويتم ذلك عن طريق تجديد الهواء لعدد من المرات .

طريقة تغيير الهواء : (Air changes method)

فى هذه الطريقة يتم تجديد الهواء داخل الأماكن المكيفة لعدد من المرات كل ساعة وهذا ما يطلق عليه [Air changes per hour (ACH)] وهو عبارة عن خارج قسمة معدل التهوية فى الساعة على حجم الحيز المراد تهويته، تتوقف معدلات التهوية على نوعية الإستخدام، مساحة وحجم الحيز المخصص لكل شخص والجدول التالى يوضح عدد مرات تغيير الهواء فى الساعة (ACH) للاستخدامات المختلفة.

م	المكان	ACH
.1	مكاتب	1.5 – 3
.2	سينما – مسرح	5
.3	مطابخ	10 – 20
.4	مدارس	20
.5	صالات اجتماع	5
.6	معامل	5
.7	مطاعم	4
.8	دورات مياه	5
.9	حمامات	4
.10	منازل	1 – 2
.11	مصانع	2 – 4
.12	محلات تجارية	0.5 - 1

جدول يوضح عدد مرات تغيير الهواء فى الساعة (ACH) للإستخدامات المختلفة

- تلوث الهواء (Air contamination)

يعتقد الكثيرون إن تلوث الهواء الخارجى هو الذى يؤثر على صحة الانسان ولكنهم لايعلمون ان الهواء الداخلى يمكن أيضا أن يؤثر بصورة كبيرة على صحتهم، وأثبتت الدراسات التى تقوم بها وكالة حماية البيئة American Environmental protection agency (EPA)

أن تأثير مستويات ملوثات الهواء الداخلى يمثل من (2- 5) أضعاف الذى يحدث بواسطة الهواء الخارجى.

ومن المعلوم أن الهواء الجوى يحتوى على نسب ثابتة تقريباً كالأتى:

النتروجين (87 ٪) ، والاكسجين (21 ٪) والأرجون (0,9 ٪) ونسب متغيرة من ثانى اكسيد الكربون (0,03 ٪) وبخار الماء (3,5 ٪) بالاضافة إلى الغازات الخاملة مثل الهليوم والكربتون .

وملوثات الهواء هى عبارة عن أى غازات أخرى غير ذلك وبالرغم من أن تركيزها يكون عادة صغيراً إلا أن تاثيرها يكون خطيراً على الأشخاص ومواد البناء ، وعلية فان التخلص منها يصبح ضرورياً.

الغازات الملوثة تسبب تلفاً للأجزاء مثل: الصدأ والهشاشة وفقدان اللون وذلك نتيجة للتفاعلات الكيميائية التى تحدثها الغازات فى وجود بخار الماء .

مصادر الغازات الملوثة الداخلية:

1- دخان السجائر (Tobacco smoke)

2- المنظفات (Cleaning agents) : مثل الشمع المطهرات مواد التجميل

3- مواد البناء والاثاث (Building materials & furnishings) :مثل الموكيت ، ورق الحائط ، ، الأحشاب ، مواد اللصق ، مواد الطلاء .

4- الروائح (Odors)

تكون الروائح دائماً مصدراً لإزعاج الكثيرين فكل شخص لة حساسية مختلفة ضد الروائح.

وزيادة الرطوبة النسبية تعمل على زيادة الروائح ، ولذلك يكون من الأفضل أن تكون المادة المسئولة عن الإنذار بالرائحة للمادة السامة أو القابلة للإنفجار أقل بكثير من مستويات السمية مما يساعد على تحذير الأشخاص بوجود ملوث داخل المكان ، وهذا التركيز هو مايعرف بمظهر الرائحة لهذا المركب.

ومن أهم التأثيرات الضارة للملوثات الغازية هى: السمية: (Toxicity)

مثل غاز أول أكسيد الكربون وغاز الرادول، ويجب على مهندس التكييف الأخذ فى الإعتبار درجة السمية للغازات عند تحديد الكمية الآمنة للهواء الراجع ، ويجب أن تكون كمية هواء التهوية كافية بحيث لايزيد تركيز تلوث الغاز عن المستويات المسموح بها .

5- المعدات (Equipment)

والتلوث يكون ناتج عن الأحبار المستخدمة فى ماكينات التصوير، طابعات الليزر، ماكينات الفاكس فى الأماكن التجارية وفى المساكن وكذلك السخانات التى تعمل بالكيروسين والغاز الطبيعى.

6- شاغلى المكان (Occupants)

تنبعث الكثير من الملوثات من الأشخاص والحيوانات عن طريق التنفس ،العرق ،وخروج الريح مثل غاز الأستون ،الأمونيا، البنزين ، ثانى اكسيد الكربون ، أول اكسيد الكربون الميثان الميثانول والبروبان.

7- الهواء الخارجى (Outdoor air)

التلوث فى الهواء الخارجى يمكن ان يكون موضعياً كالذى يكون مصدرة المطاعم المركبات ،الاوزون هوايات البللوعات أو ملوثات من المنطقة كثانى أكسيد الكبريت والاوزون، اكاسيد النتروجنين، وتركيز هدة الملوثات يختلف من موسم إلى أخر .

التحكم فى جودة الهواء الداخلى (Indoor air quality control)

يمكن التحكم فى جودة الهواء الداخلى بأربع طرق هى:

1 -التخلص من مصادر التلوث.
2 - وجود سقف موضعى مع تنقية هواء العادم أو الهواء الراجع.
3 - زيادة التهوية العامة .
4 - تنقية الهواء بزيادة أو بدون زيادة فى معدلات التهوية .

تنقية الهواء (Air cleaning)

تختلف طرق تنقية الهواء تبعاً لنوعية المواد العالقة فيه وللتخلص من المواد الصلبة العالقة مثل الغبار، الرمال وذرات الدخان تستخدم الطرق التالية :

- قوة الطرد المركزى لفصل الجسيمات الكبيرة .
- غسل الهواء لفصل الجسيمات القابلة للبلل.
- ستائر لحجز الجسيمات الكبيرة .

كيفية التخلص من الغازات والأبخرة:

للتخلص من الغازات والأبخرة تستخدم الطرق التالية : -

- عمليات التكثيف للأبخرة .
- التفاعل الكيميائى للغازات .
- عمليات التخفيف للغازات .

بالنسبة لأنظمة التسخين والتهوية وتكيف الهواء (HVAC systems) تستعمل معدات التحكم فى تنقية الغازات الملوثة لتخدم ثلاثة أغراض هى:

1- معالجة الهواء الخارجى :

جهاز تنقية الهواء يتم وضعة خارج مدخل الهواء الخارجى ليقوم بمعالجة الهواء الخارجى فقط .

2- المعالجة الجزئية لهواء التغذية :

يمكن وضع خوانق إمرار جانبيه أو تركيب جهاز تنقية الهواء ليسمح بمعالجة جزء من الهواء وذلك عندما يكون تركيز الملوثات الداخلية والخارجية معلوماً.

3- المعالجة الكلية للهواء :

المعالجة الكلية توفر أفضل تحكم للملوث ولكنها بالطبع مكلفة وتستخدم غالباً فى إسترتيجيات التهوية التى تقلل الهواء الخارجى من أجل الحصول على جودة ممتازة للهواء الداخلى .

تعقيم الهواء

يتم تعقيم الهواء وقتل البكتريا بإستخدام الطرق التالية :-

1- لمبات الأشعة فوق البنفسجية .

تنتج الأشعة فوق البنفسجية غاز الأوزون الذى يمكنة القضاء على البكتريا، (واللمبة ذات الطاقة 1400 ميكروووات يمكنها القضاء على معظم البكتريا خلال جزء من الثانية) .

2- رش الهواء بمحلول تراى إثلين جليكول ليقضى على البكتريا فى الهواء.

3- مواد لازقة لحجز الأتربة .

4- الخاصية الإلكتروستاتيكية لشحن ذرات الأتربة كهربائياً ثم جذبها إلى أسطح ذات شحنة مخالفة للذرات .

للتخلص من السوائل مثل الرذاذ والضباب تستخدم الطرق التالية :-

1- السوائل الماصة .

2- غرف الترسبب.

- مرشحات الهواء: (Air Filters)

يمكن تصنيف مرشحات الهواء المستخدمة فى مجال تكيف الهواء إلى الأنواع الرئيسية الأتية :-

(أ) مرشحات جافة (Dry Filters)

(ب) مرشحات لزجة (Viscous Filters)

(ج) مرشحات إلكترونية (Electronic Filters)

(أ) المرشحات الجافة

تتكون المرشحات الجافة من مواد مثل السليولوز ، الإسبستوس ، الورق المسامى المعالج ، القماش ، الصوف الزجاجى أو خيوط القطن مجمعة فى إطار معدنى عند مرور الهواء خلال وسائط الترشيح تتعلق ذرات الأتربة بمادة الترشيح وبالتالى يصبح الهواء الخارج من المرشح خالياً من الأترة وذرات الرمال .

ويؤثر على أداء المرشحات أقطار الألياف وسمك المرشح ونسبة مساحة أسطح الترشيح إلى مساحة واجهة المرشح.

ويمكن تصنيف المرشحات الجافة طبقا لنوع الحركة إلى :

- مرشحات ثابتة يتم تغيرها عند إتساخها.
- مرشحات متحركة على هيئة شريط يتحرك ببطء بواسطة بكرتين وعند إتساخ الشريط يتم تغيرة بشريط أخر جديد.

ويمكن تصنيف المرشحات الجافة الى ثلاثة درجات حسب أنواع المواد المستخدمة فى الترشيح إلى:

- مرشحات تستخدم مادة السليولوز لترشيح الأتربة الكبيرة ذات الأقطار الأكبر من 7 ميكرون.
- مرشحات تستخدم الألياف الصناعية لترشيح الأتربة المتوسطة ذات الأقطار الأقل من 7 ميكرون والأكبر من 0,7 ميكرون.
- مرشحات دقيقة تستخدم الألياف الزجاجية لترشيح الأتربة الدقيقة ذات الأقطار الأقل 0,7 ميكرون.

تتراوح كفاءة المرشحات الجافة بين 0,84 و 0,95 .

و تنتج الشركات المرشحات الجافة بأبعاد قياسية مثل: (25 × 50 سم) ، (40 × 50 سم) ، (40 × 62 سم) ، (50 × 50 سم) ، وبسمك يتراوح مابين (25, 50, 100 سم) .

والشكل (15) يوضح بعض أنواع المرشحات السابق ذكرها:

الشكل **(15)** : مرشحات جافة (Dry filters)

وسوف نلقى الضوء على أهم أنواع المرشحات الجافة وهى المرشحات الدقيقة:

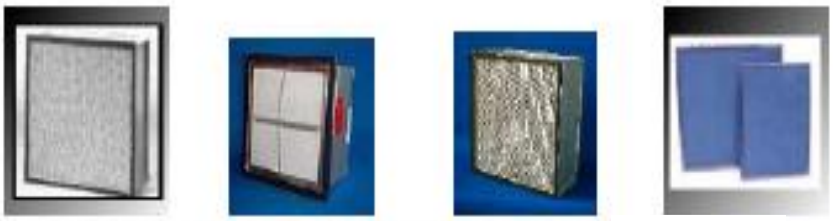
(أ) المرشحات الدقيقة :-

المرشح الدقيق عبارة عن نوع من المرشحات الجافة التى تكون فيها المسافة بين الألياف دقيقة جداً مما يساعد على تنقية الهواء خلال المرشح من الأتربة والغازات والكائنات الدقيقة والبكتريا بكفاءة تصل إلى حوالى 99,9 ٪ عند مرور هواء يحتوى على ذرات أقطارها 0,3 ميكرون وفيروسات 0,05 ميكرون ويطلق عليها مرشحات الهيبا ((High Efficiency Particulate Air (HEPA)

ويستخدم المرشح الدقيق لتنقية الهواء قبل دخولة فى غرفة العمليات ومعامل الأبحاث ومصانع الأمصال والأدوية وغرف الأجهزة الدقيقة التى تتطلب هواء ذو درجة عالية من النقاوة والجودة .

وتركب المرشحات الدقيقة بعد المروحة أى بعد معالجة الهواء خلال المرشح الأولى لنظام تكييف الهواء والمرشح الأولى يمكن أن يكون من النوع المعدنى القابل للغسيل أو من النوع اللزج المتحرك.

ويعمل المرشح الأولى على المحافظة على المرشح الدقيق من الإتساخ وبالتالى زيادة فترة تشغيله وعمره الإفتراضى ، والشكل (16) يوضح بعض أنواع المرشحات الدقيقة من نوع الهيبا:



شكل (16) مرشحات دقيقة من النوع الهيبا [Fine filters (HEPA)].

(ب) المرشحات ذات الإرتطام اللزج :

تعتمد نظرية المرشحات اللزجة على إستعمال مادة لزجة تعمل على حجز الأتربة والميكروبات ، ويتكون المرشح اللزج من ألياف الصوف الزجاجى وألياف صناعية وألياف الألومنيوم أو شعر الحيونات على هيئة تجاويف متعاقبة وراء بعضها ومشبعة بمادة لزجة (زيت أو شحم) لتقوم بإستخلاص الأتربة من الهواء المار خلالها نتيجة تغير إتجاة حركة الهواء وسرعتة خلال سمك المرشح.

المرشحات اللزجة يمكنها التخلص من حوالى 90٪ من الأتربة العالقة بالهواء بكفاءة تتراوح بين 65 ٪ إلى 80 ٪.

وتصنف المرشحات اللزجة إلى ثلاثة أنواع كالأتى:-

1- مرشحات قابلة للغسيل :

هذا النوع من المرشحات يمكن غسلة بمحلول منظف بعد إنسدادة بالأتربة، وتجفيفه وإعادة ملؤه بالمادة اللزجة لإعادة إستخدامه.

2- مرشحات قابلة للتغيير:

هذا النوع من المرشحات يتطلب تغيير المادة المرشحة بمادة جديدة بعد إنسدادة بالأتربة.

3- مرشحات ذاتية التنظيف:

تعتمد نظرية هذه المرشحات على إستخدام ستارة دائرية من الريش المحملة بمادة لزجة، يتم إدارة هذه الستارة بواسطة ترسين وموتور، وجزء من الريش يغمر دائماً فى حوض مملوء بمادة لزجة (زيت).

وتعمل على غسل الريش المتحركة من الأتربة العالقة بالمادة اللزجة علاوة على تحميل الريش بمادة لزجة جديدة ، ومرور تيار الهواء خلال الستائر يعمل على تنقية الهواء من الأتربة التى تتجمع على أسطح الريش ويجب تجديد المادة اللزجة المتجمعة فى قاع الحوض عندما تصبح المادة اللزجة على هيئة طينية ، والمرشحات اللزجة مناسبة فى حالة التركيز العالى للمواد العالقة.

والشكل (17) يوضح بعض أنواع المرشحات ذات الأرتطام اللزج.

(أ): قابل للتنظيف (Washable) (ب): ذاتي التنظيف (Self-cleaning)

الشكل (17) مرشحات ذات ارتطام لزج (Viscous impingement filters)

(ج) المرشحات الإلكترونية:

تعرف المرشحات الإلكترونية بالمرسبات (Precipitators) وتصنف إلى نوعين هما:

1- النوع المتأين (Ionizing)

2- النوع ذو الأوساط المشحونة (Charge Media)

وتعتمد نظرية عمل هذه المرشحات على شحن جزيئات المواد العالقة بشحنة كهروستاتيكية ثم جذبها إلى ألواح ذات شحنة كهربائية مخالفة لجزيئات المواد العالقة.

و يتكون المرشح الإكترونى من شبكتين مشحونتين بشحنة كهروستاتيكية ذات جهد عالى يتروح بين (11000 حتى 1300 فولت) بحيث تكون كافية لجذب أى ذرة من الأتربة أو الميكروبات .

وتجهز المرشحات الإلكترونية بأجهزة لفصل التيار عنها قبل الكشف عليها حتى لاتكون خطراً على من يلمسها ، وتتراوح كفاءة المرشحات الإكترونية بين 70 ٪ إلى 90 ٪.

وعادة يستخدم مرشح جاف مع المرشحات الإلكترونية وذلك للتخلص من الجسيمات الكبيرة.
ويتراوح إستهلاك الطاقة للمرشحات الإلكترونية بين (240 و 300 وات) لكل متر^3 / ث من الهواء.
وحالياً تستخدم المرشحات الإلكترونية بدلاً من المرشحات الجافة الدقيقة ذات الكفاءة العالية للتخلص من الجسيمات ذات الأقطار الأقل من الميكرون ، ويمكن تركيب المرشحات الإلكترونية فى مسالك التغذية أو مسالك الراجع.

مزايا المرشحات الإلكترونية:

العمل على تعقيم الهواء عن طريق قتل الميكروبات والجراثيم التى يحملها الهواء علاوة على التنقية.
والشكل (18) يوضح بعض أنواع المرشحات الإلكترونية:

(أ): النوع المؤين (Ionizing type) (ب): النوع ذو الأوساط المشحونة (Charged media type)

الشكل (18) مرشحات إلكترونية (Electronic filters)

كفاءة المرشح: (Fillter Efficiency)

تحدد كفاءة المرشح من خلال قدرته على حجز الأتربة من الهواء
والمعادلة الرياضية لكفاءة المرشح هى:

$$\eta(filter) = \frac{C_1 - C_2}{C_1}$$

حيث أن:
(C1) عبارة عن نسبة تركيز الأتربة قبل المرشح.
(C2) عبارة عن نسبة تركيز الأتربة بعد المرشح .
وتتوقف كفاءة المرشح على قطر جسيمات الأتربة وعددها لوحدة الحجم للهواء ،
وتؤثر العوامل التالية على كفاءة المرشح :

- سرعة الهواء خلال المرشح.
- نسبة تركيز الأتربة.
- حجم الجسيمات (شكلها - قطرها - ثقلها النوعى)
- خصائصها الطبيعية والكيمائية.

و يلاحظ انه من الإستحالة التخلص من كافة المواد العالقة فى الهواء لضخامة التكاليف ويتم عادة التخلص من حوالى 80 ٪ إلى 90 ٪ من الجسيمات العالقة في الهواء.
و يمكن تعيين كفاءة الترشيح بدلالة كل من:

- الوزن الكلى للأتربة المجمعة فى وحدة الزمن.
- حجم أصغر جسم يتم التخلص منه بواسطة المرشح.
- مقدار تحديد إزالة اللون للهواء على جانب الطرد لمرشح.

مقاومة المرشح:

مقاومة المرشح عبارة عن إنخفاض الضغط الإستاتيكى خلال سمك المرشح بوحدة (N/m^2) ، وعند تصميم أنظمة تكييف الهواء يجب أن لايزيد الضغط خلال المرشح عن ربع فرق الضغط خلال المروحة والجدول التالى يوضح علاقة الكفاءة بفرق الضغط الأستاسيكى.

الكفاءة (٪)	**فرق الضغط** (N/m^2)	
	الابتدائى	**النهائى**
40	37.5	175
60	62.5	200
85	87.5	225
95	100	250

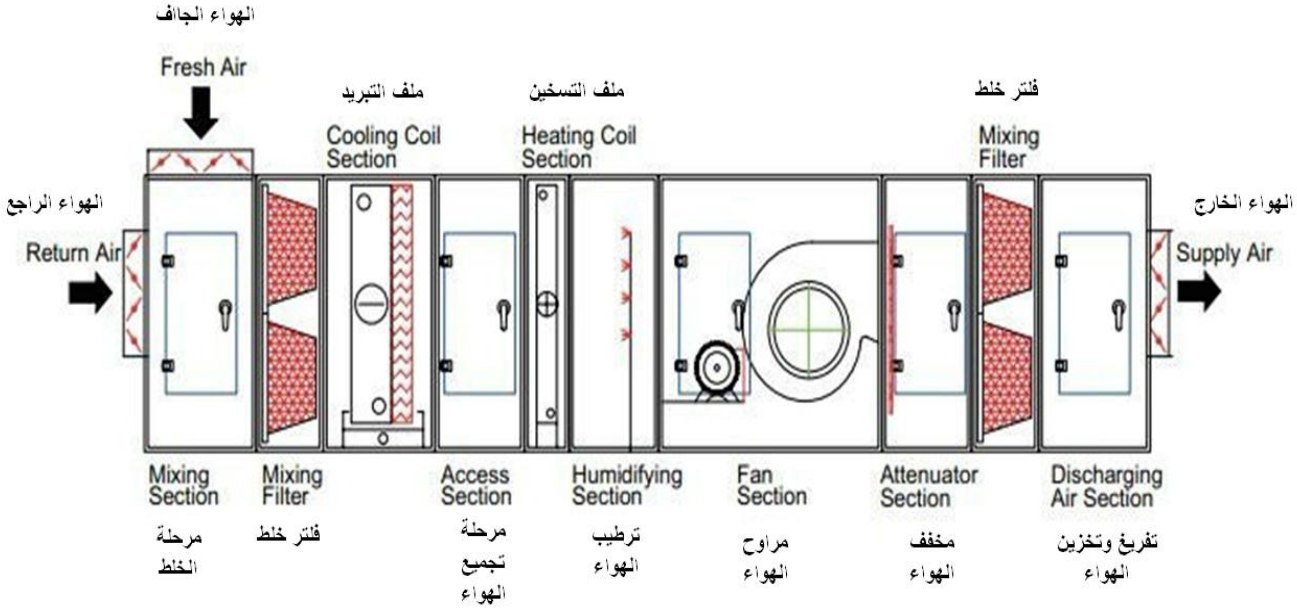
جدول يوضح متوسط فرق الضغط للمرشحات النظيفة الجديدة
وفرق الضغط لحظة إبعاد أو تجديد المرشحات

4- وحدة مناولة الهواء المركزية ومشتملاتها: Air Handling Unit

تعمل وحدة مناولة المواد على تجميع وخلط الهواء الخارجى (بعد التنقية) مع الهواء الراجع ومن ثم تتم العمليات السيكرومترية اللازمة له ، بعد ذلك يتم طرد أو سحب الهواء المكيف إلى المكان المراد تكييفه.

وتستعمل هذه الوحدات للسعات التى تزيد عن 50 م^3 / ث من الهواء.

والشكل (19) التالى يوضح المكونات الأساسية لوحدة مناولة الهواء

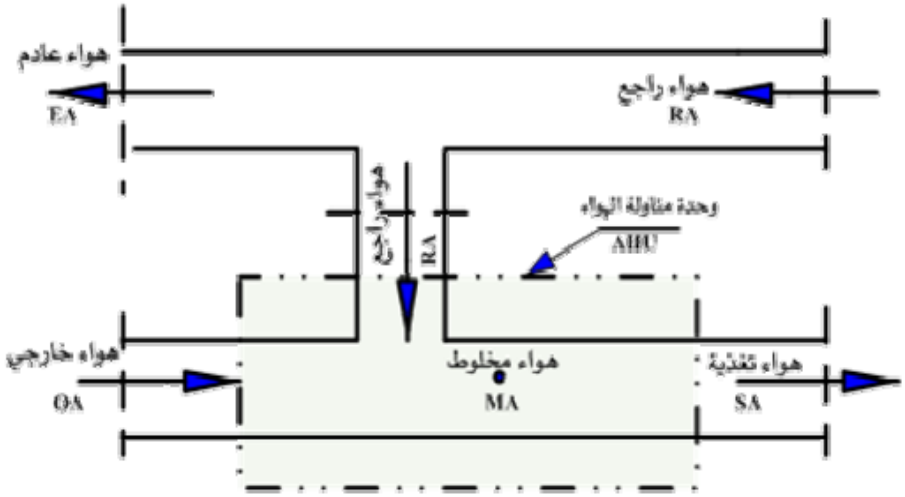


شكل (19) المكونات الأساسية لوحدة مناولة

- المكونات الأساسية لوحدة مناولة الهواء:

- مروحة التغذية (Supply Fan)
- محرك المروحة (Fan Motor)
- ملفات لتبريد: تتواجد فى وحدة المناولة وهى عبارة عن ملفات تبريد يمر بها الماء البارد من وحدات مثلجات المياه (Chilers) أو رشاشات المياه.
- الفلاتر (Fillters): يوضع المرشح عادة على جانب السحب للمروحة قبل ملف التبريد وإزالة الرطوبة أو بين ملف التبريد وملف التسخين الأولى إن وجد ، كما يفضل وضعه بعد المروحة إذا كان من النوع ذو الكفاءة العالية.
- صندوق الخلط (Mixing Box) : تقوم مروحة الهواء الراجع (مروحة الطرد المركزى) بسحب الهواء من الحيز المكيف خلال مجرى الهواء الراجع.

ويتم طرد بعض من الهواء للخارج خلال خوانق هواء العادم وبقية الهواء ترجع إلى الحيز من خلال وحدة المناولة ليلاقى الهواء النقى ليتم خلطه فى صندوق الخلط ، ويمر الهواء الخارجى أولاً خلال الفلاتر للتنقية، والشكل (20) يوضح ذلك.



شكل (20) عملية خلط الهواء فى وحدة المناولة

- الخوانق (Dampers)

ملفات للتسخين أو ملف للتسخين الأولى أو الأثنين معاً ، ويكون السخان الأولى قبل ملفات التبريد والتسخين ومهمته منع تجمد الماء داخل الملفات عند الأحوال الباردة .

- المرطب : Humidifier

- مضخات المياه : Water pumps

- نظم التحكم Control systems

- جسم وحدة المناولة Casing

- الأجزاء الإضافية التي تركب بوحدات مناولة الهواء المركزية:

يمكن تركيب الأجزاء الإضافية الآتية بوحدات مناولة الهواء المركزية:

(أ) أجهزة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء.

(ب) قسم بوابات (Dampers) التوجيه والتهريب.

(ج) صندوق مرشحات الهواء.

(د) صندوق خلط الهواء.

(هـ) قسم ملفات التدفئة الإبتدائية.

(أ) أجهزة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء: (Humidifiers)

تستعمل لرفع نسبة الرطوبة بالهواء المكيف ويوجد ثلاثة طرازات من أجهزة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء عادة فى محطات مناولة الهواء المركزية وهى:

شكل (21) جهاز رفع رطوبه

١- أجهزة رفع الرطوبة ذات رشاشات الماء:

تعمل بفروق الضغط وتتصل بخط مياه يتحكم فيه ضابط رطوبة يوضع فى الحيز المراد ترطيبه، ويرش هذا البخار فى إتجاه مرور الهواء الداخل فى مجارى التهوية متوجهًا إلى جريلات التغذية بالغرف.

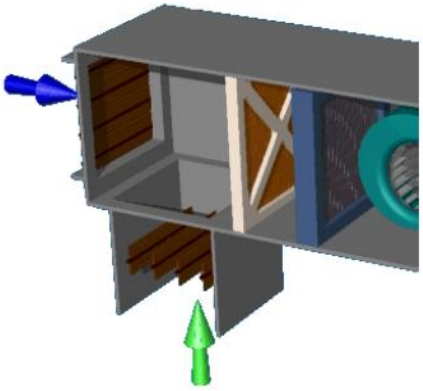
٢- أجهزة رفع الرطوبة الشبكية بالبخار:

عن طريق تسخين الماء وتبخيره أو دفعه فى إتجاه حركة الهواء أو بأن يحمله الهواء بطريقة طبيعية فى إتجاه حركته، ويتحكم فى ملف تسخين الماء ضابط رطوبة وليس ضابط حرارة ويتم وضعه فى الحيز المراد ترطيبه.

٣- أجهزة رفع الرطوبة من طراز الحوض:

نلجأ إلى عملية ترطيب الهواء حينما تقل نسبة الرطوبة وخاصة فى الشتاء أو بمعنى آخر نلجأ إليها فى عملية التكييف الشتوى وعلى مدار العام.

(ب) قسم بوابات التوجيه والتهريب :(Dampers)

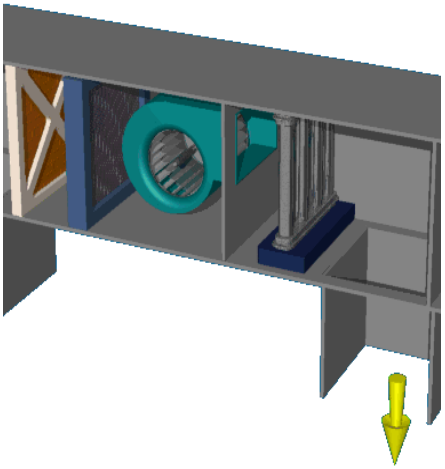


يعتبر قسم بوابات التوجية والتهريب جزءًا من عملية التنظيم وليس جزءاً من أجزاءالوحدة.

إن أقسام البوابات تستعمل فقط بوحدات مناولة الهواء المركزية التى تخدم منطقة واحدة، وتركب عند مدخل الهواء ، هذا وتستعمل بوابات التهريب الخارجية عندما يكون من الضرورى الإستفادة بجميع مساحة بوابة التوجيه.

شكل (22- أ) تشير الأسهم إلى بوابات التوجيه

(ج) صندوق مرشحات الهواء:



يركب هذا الصندوق بقسم الملف أو قسم البوابات عند إستعماله بوحدات مناولة الهواء المركزية التى تخدم منطقة واحدة، أما فى الوحدات التى تخدم عدة مناطق فتكون فى مدخل قسم المروحة.

شكل (22- ب) وحدة الترشيح مع المروحة

(د) صندوق خلط الهواء:

عندما تدعوا الحاجة لإدخال هواء تهوية خلال وحدة مناولة الهواء المركزية تستخدم عادة صناديق الخلط وذلك لإعطاء نسب الخلط الصحيحة للهواء الخارجى عندما يسحب الهواء خلال الفتحات الموجودة بصندوق الخلط بقفل دخول (Dampers) الملف، هذا وتقوم أيضًا بوابات الهواء الخارجى عندما لا تكون مروحة الوحدة فى جالة الدوران.

ويمكن كذلك تركيب أجهزة تنظيم أوتوماتيكيه لهذه البوابات تعمل على إدخال الهواء الخارجى عندما تكون درجة حرارته منخفضة وذلك للتبريد أثناء تشغيل الوحدة خلال الفترات بين الفصول.

(هـ) قسم ملفات التدفئة الابتدائية:

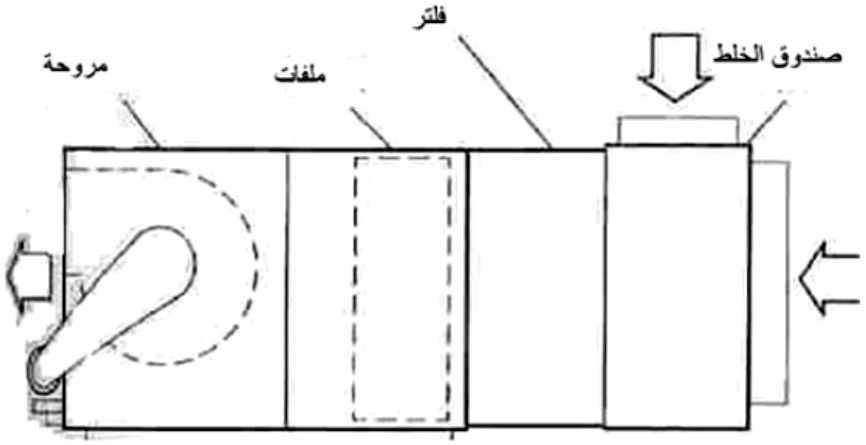
عند الإحتياج إلى إستخدام كميات كبيرة من الهواء الخارجى البارد، فإنه قد يكون من الضرورى تدفئة الهواء الذى يدخل قسم الملف تدفئة إبتدائية وذلك لتحاشى تجمد هذا الملف فى البلاد الباردة، وللتأكد من الحصول على السعة الكلية للتدفئة من الوحدة، ويركب قسم ملفات التدفئة الابتدائية هذا بين مرشح الهواء أو صندوق الخلط ومدخل مناولة الهواء.

- تصنيف وحدات مناولة الهواء Classification of AHU

يتم تصنيف AHU حسب الآتى :

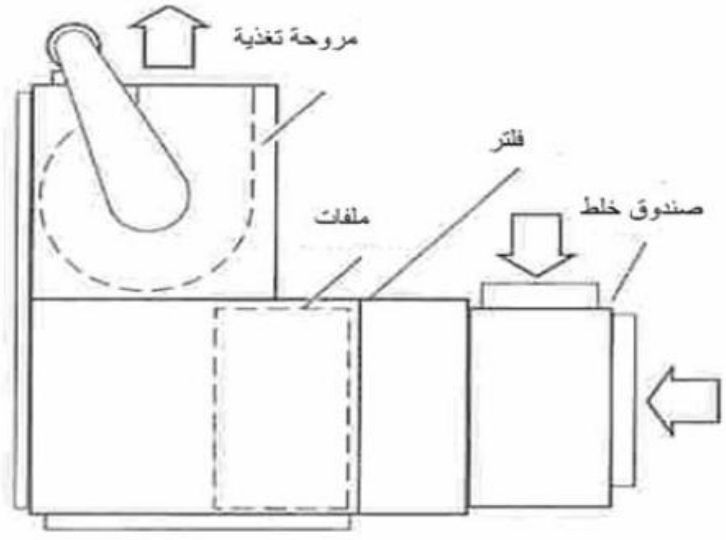
1 -الشكل Structure

تكون وحدات مناولة الهواء إما أفقية الشكل أو رأسية الشكل وفى الوحدة الأفقية تكون كل من مروحة التغذية ، ملفات التبريد والتسخين وخلافه فى وضع أفقى والوحدات الأفقية تحتاج إلى مساحات أرضية واسعة وغالبا ما تكون كبيرة الحجم وذات سعات عالية ويتم تركيبها عادة فى حجرة المعدات (Plant Room) فى حين أن الوحدات الأفقية الصغيرة الحجم يمكن تعليقها فى السقف . يجب عمل الإحتياطات اللازمة من ناحية الضوضاء بالنسبة للوحدات الداخلية ، كما بالشكل (23) التالى:



شكل (23) وحدة مناولة هواء إفقية

وفى الوحدات الرأسية يكون مستوى مروحة التغذية أعلى من مستوى الملفات والمرطب والفلاتر ... إلخ وتحتاج الوحدات الرأسية إلى مساحة أرضية صغيرة، وتكون ذات سعات منخفضة وغالبا ما تركب فى حجرة المعدات (Plant Room) ، كما بالشكل (24) التالى:



شكل (24) مكونات وحدة مناولة هواء رأسية

2 - الموضع Location

يوجد نوعان من وحدات مناولة الهواء من حيث مكان التركيب النوع الأول وقد سبق شرحه وهو الذى يتم تركيبه عادة داخلياً والنوع الآخر يتم تركيبه عادة خارجياً (فوق السطح) ويطلق عليه (Fresh AHU) حيث يتم تصميمه لمقاومة الظروف المناخية الخارجية .

3 - خصائص التكييف Conditioning Characteristics

يتم تصنيف وحدات مناولة الهواء إلى :

- وحدات دفع Blow-Thru Units

تستخدم وحدات الدفع حيث تعمل المروحة على دفع الهواء خلال ملفات التبريد لأن فقد الاحتكاك فى المروحة يزيد من درجة حرارة الهواء بحيث يمكن تبريد الهواء بعد ذلك بملف التبريد بالإضافة إلى مقدرتها على التغلب على فاقد الأحتكاك نتيجة لملفات التبريد والتسخين والمرطبات ....إلخ.

- وحدات سحب Draw- Thru Units

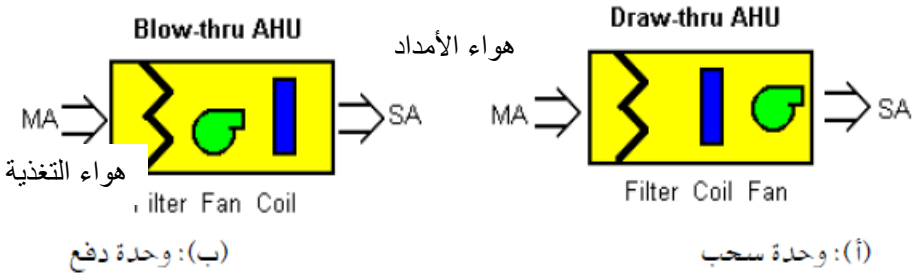
حيث يمر الهواء أولاً خلال ملفات التبريد قبل سحبه بواسطة المروحة ، وهذا النظام هو الغالب والأعم حيث أن الفلاتر والملفات تتطلب سرعة هواء صغيرة ومجارى كبيرة مقارنة بسرعات كبيرة ومجارى صغيرة خلال المروحة.

والعيب الوحيد لهذا النظام هو أن صوت المروحة يمكن أن ينتقل إلى الحيز المكيف.

وعادة يوضع ملف التسخين قبل ملف التبريد ليمنع تجمد المياه فى الشتاء .

وفى النظام ثنائى المسالك والنظام متعدد المناطق توضع ملفات التبريد والتسخين على التوازى.

أيضاً يوجد تنسيق بوضع نظام الإمرار الجانبى، وهذا النظام يساعد كثيراً فى التحكم فى الرطوبة عند الحمل الجزئى ، وبعض وحدات مناولة الهواء يتم تصنيعها فى الموقع والبعض الأخر يتم تجميعها فى المصنع ، كما بالشكل (25) التالى:



شكل (25) مكونات وحدات مناولة الهواء

5- الغلايات (Boilers)

نظراً لأهمية هذا الباب بالنسبة لأجهزة التكييف المركزى يجب التعرف على بعض المصطلحات الفنية الشائعة للغلايات:

- **صمام الأمان (Safety Valve) :**

يقوم بتنفيس ضغط البخار الزائد لتجنب مخاطر الإنفجار ويمنع إرتفاع ضغط الغلاية عن الحد الذى تم ضبط الصمام عليه .

- **صمام عدم رجوع (Check Valve) :**

يعمل على السريان فى إتجاه ويمنعه فى الأتجاه المعاكس.

- **صمام إغلاق (Stop Valve) :**

صمام يركب عند مخرج البخار من الغلاية لفتح وغلق سريان البخار.

- **مقياس ضغط البخار(Pressure Gauge) :**

يحدد ضغط البخار داخل الغلاية.

- **عمود المياه (Water Column) :**

هو القالب المفرغ المصبوب المتصل بفراغ البخار الموجود أعلى الغلاية وقاع الجزء المائى منها ويتم تركيب محبس قياس منسوب الماء ومحبس إختبار المياه عليه.

- **مؤشر مستوى المياه فى الغلاية (Water Level Indicator) :**

يعطى مؤشراً لقراءات واضحة عن منسوب المياه فى الغلاية.

- **مقياس إختبار المياه (Water – Test) :**

يعطى مؤشراً لقراءات واضحة عن منسوب المياه فى الغلاية ويختبر مستوى المياه بمقياس المياه الزجاجى فى الغلاية فى حالة حدوث عطل مؤقت.

- **صمام التصريف (Drain Valve) :**

يركب أسفل عامود الماء ومفتاح إيقاف ضخ الوقود وذلك للأشارة لوصول منسوب المياه إلى الحد الأدنى، ويسمح بإجراء عمليات كسح بالمياه يومياً أسفل عمود المياه ومفاتيح التحكم فى مستوى الماء للحفاظ على نظافة عمود المياه مما يساعد على تسجيل بيانات دقيقة لمنسوب المياه.

غلايات الماء الساخن (Hot Water boiler) : -

تعتبر غلايات المياه من الأجهزة الهامة فى عمليات تكييف الهواء وذلك لحاجة عمليات التكييف للماء الساخن والتحكم فى نسبة الرطوبة.

والغلايات هى مبادلات حرارية تحت الضغط وتستعمل لنقل حرارة الوقود للماء، وتعمل غلايات المياه بأنواع وقود متعددة أو بالطاقة الكهربية.

تصنيف غلايات المياه المستخدمة فى وحدات التكييف المركزية:

تصنف غلايات المياة بناءاً على عوامل كثيرة منها:

- الضغط
- درجة حرارة التشغيل
- نوع الوقود
- نوعية مواد التصنيع
- الشكل والحجم
- مجال الإستخدام

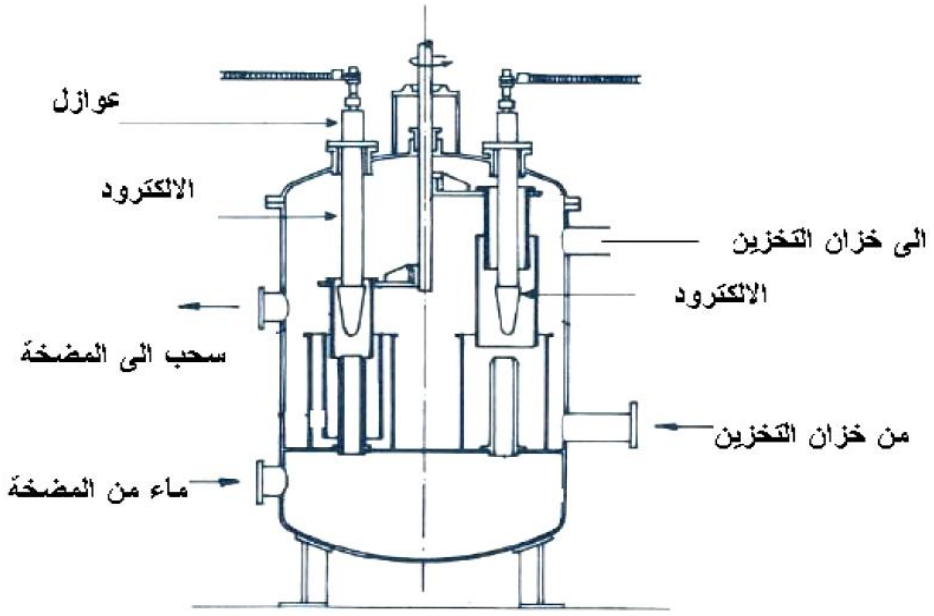
هناك الكثير من المواصفات الخاصة التى تؤثر على كفاءة الغلايات وتكلفتها والتى يمكن الحصول عليها من أدلة التسويق ومن الإتصال المباشر بالشركات المصنعة.

وتجهز الغلايات بالوسائل الضرورية لضمان وسلامة الاشخاص العاملين عليها وكذلك حماية الغلاية نفسها ومنظومة التسخين الخاصة بها من الحد الاقصى لضغط ودرجة حرارة التشغيل حسب البيانات والمواصفات الفنية الخاصة بكل نوع من أنواع الغلايات.

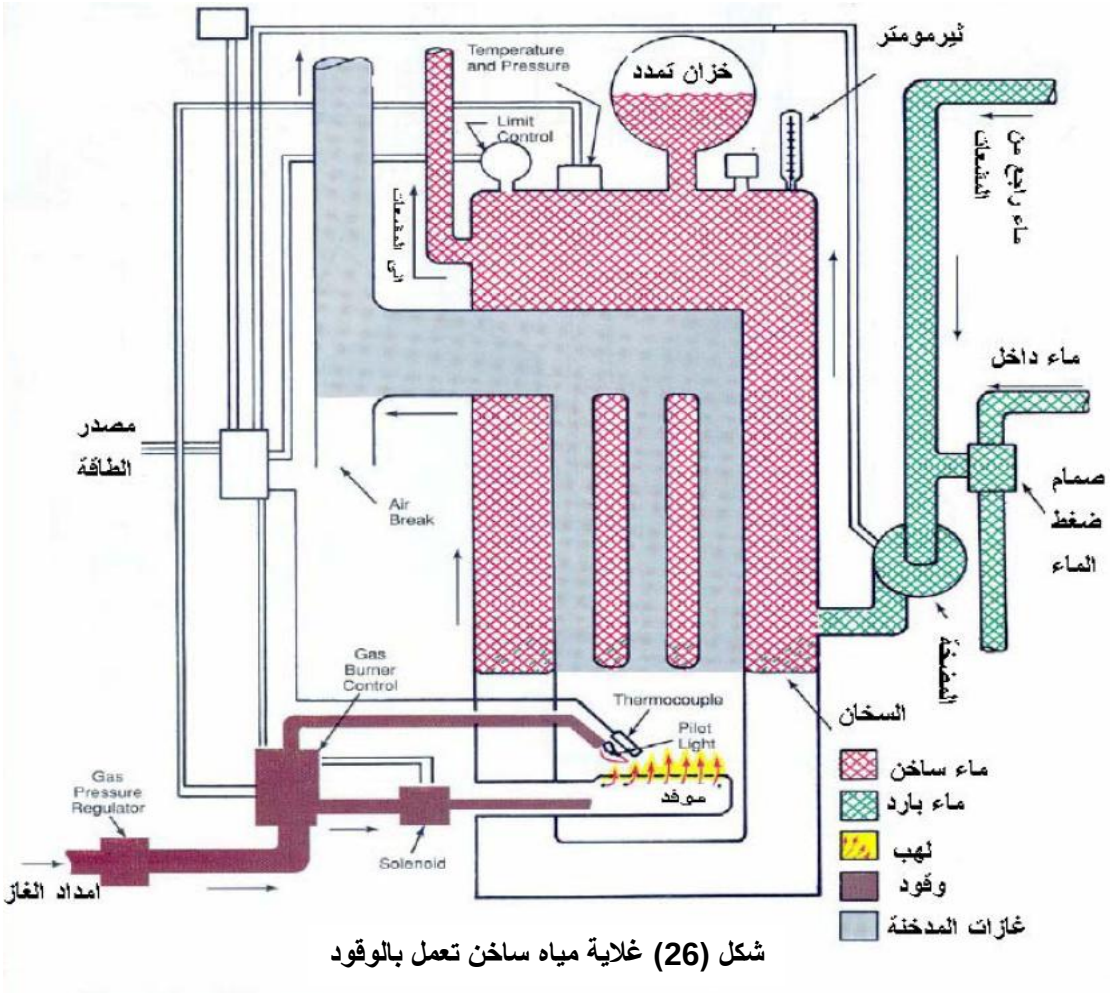
والجدول التالى به تصنيف للغلايات المستخدمة بوحدات التكييف المركزية

نوع التصنيف	انواع الغلايات			
الضغط ودرجة حرارة التشغيل	غلايات الضغط العالى يصل الضغط إلى أعلى من واحد بار	غلايات الضغط المنخفض يصل الضغط إلى أقل من واحد بار.	غلايات الماء الساخن تتراوح سعتها من 10 إلى 30 ألف كيلو وات ويصل الضغط إلى 11 بار ودرجة حرارة 121 درجة مئوية	غلايات البخار تتروح سعتها من 17 الى 30 ألف كيلو وات
مواد التصنيع	غلايات من الحديد الزهر تتروح سعتها من 4 إلى 10 ألاف كيلو وات	غلايات من الحديد الصلب سعتها 14 ألف كيلو وات وأكثر	غلايات من النحاس	غلايات من الألومنيوم
نوع الوقود	غلايات تعمل بالفحم	غلايات تعمل بالمحروقات البترولية	غلايات تعمل بالطاقة الكهربية	
نوع السحب	غلايات سحب ذاتى والضغط داخل غرفة الاشتعال يكون ضغطاً سالباً	غلايات سحب جبرى وتوجد مروحة لسحب الهواء اللازم		

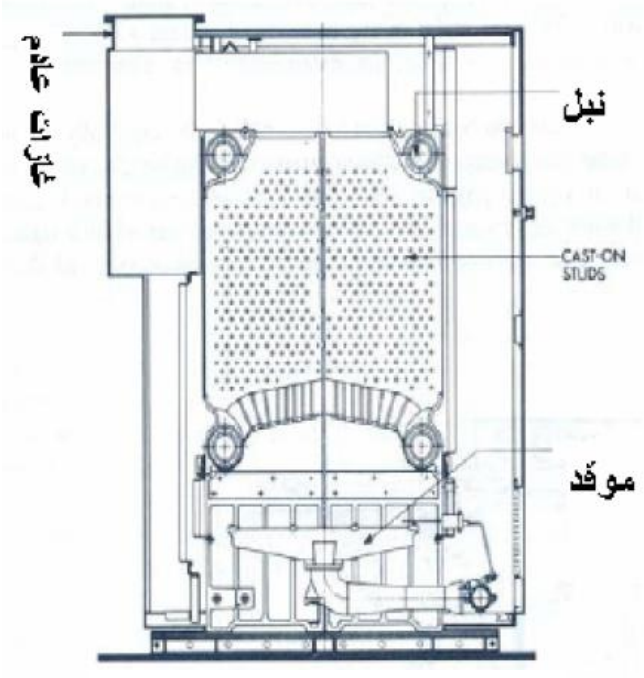
والأشكال التالية توضح أنواع الغلايات الشائعة الإستخدام بوحدات التكييف المركزية



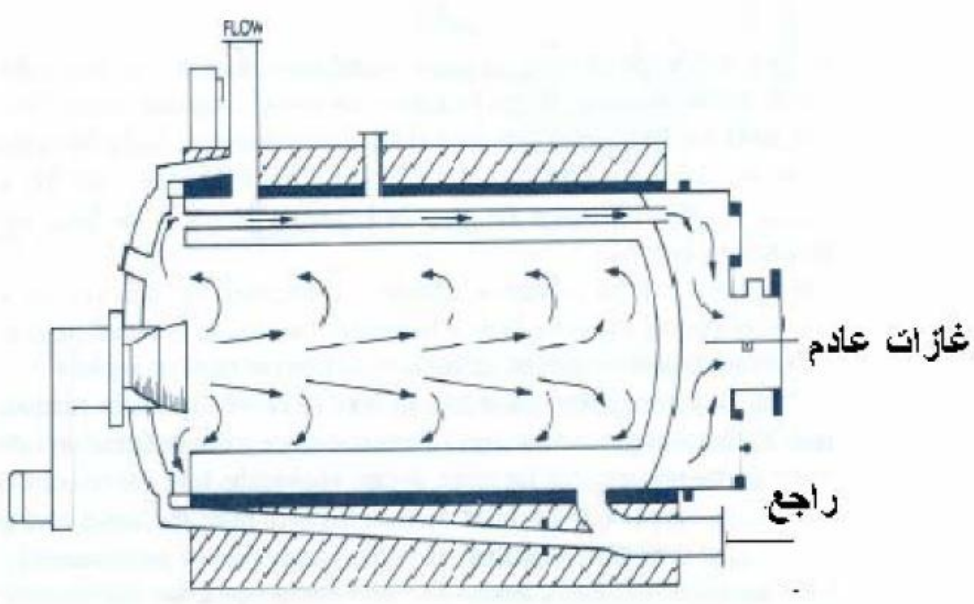
شكل (25) غلايةٍ ماء كهربيةٍ تعمل بالكترود ذو ضغطٍ عالٍ



شكل (26) غلاية مياه ساخن تعمل بالوقود



شكل (27) غلاية مياه من الخديد الزهر



شكل (28) غلاية مياه من الحديد ذات سريان عكسى

- كفاءة الغلايات (Boiler Efficiency)

تتأثر كفاءة الغلايات بعوامل عدة نذكر منها:

1. كفاءة الإشتعال بمعنى أنة كلما كان الخلط جيد بين الهواء والوقود كلما كانت عملية الإحتراق كاملة.
2. إزالة القشور (Scales) من أنابيب المبادل الحرارى تؤدى إلى إنتقال جيد للحرارة بين الماء والهواء الساخن.
3. الحرارة المهدرة مع غازات العادم ومدى الإستفادة منها.

إحتياطات السلامة والتحكم عند بدء تشغيل الغلايات :

من إحتياطات السلامة التى يجب إتباعها عند تشغيل الغلايات ذات الإحتراق بالغاز مايلى:-

- التأكد من عمل دليل الأمان ومفتاح الثيوستات الموجود فى الغرف.
- التأكد من عمل صمام التحكم للغاز.
- التأكد من سلامة ثيرموستات التحكم فى تشغيل وايقاف المروحة .
- التأكد من سلامة المؤقتات.
- التأكد من سلامة ثيرموستات أعلى درجة حرارة والذى يعمل على إيقاف المروحة عند إرتفاع درجة حرارة الهواء بصورة خطيرة.
- التأكد من عمل مروحة الإحتراق .
- التأكد من إختبار سريان الوقود.
- التأكد من سلامة دورة التخلص من الغازات المحترقة .
- التأكد من إختبار الإحتراق بواسطة متحكم اللهب .
- قياس درجة حرارة الماء الساخن .
- قياس ضغط الوقود.
- قياس مستوى الماء .

حساب كفاءة الغلاية:

يتم حساب كفاءة الغلاية بالطرق الأتية:

- الطريقة المباشرة:

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{كمية الحرارة التى إكتسبها الماء حتى تحول إلى بخار}}{\text{الطاقة فى الوقود المحترق لإنتاج الكمية السابقة من البخار}} \times 100$$

- الطريقة غير المباشرة:

الكفاءة (٪) = 100 ٪ - مجموع الفواقد (٪)

- الطريقة السريعة:

نقيس الآتي :

1- درجة حرارة غازات العادم.

2- نسبة الأكسجين فى غازات العادم أو نسبة ثاني أكسيد الكربون.

3- اعتبار الفواقد الأخرى قيمة تقريبية ثابتة = 6 ٪

مثال ذلك :

درجة حرارة غازات العادم = 285 د م

نسبة الأكسجين إلى الحجم = 4 ٪

إعتبار الفواقد الأخرى = 6 ٪

درجة حرارة الجو = 30 د م

بقراءة نسبة الفواقد فنجدها= 17 ٪

ويمكن حساب كفاءة الغلاية = 100 – (17– 6) = 77 ٪

كفاءة الحريق = (100 - الفواقد فى غازات العادم)

ملحوظة هامة :

بتقليل الفواقد فى غازات العادم تتحسن كفاءة الغلاية

6- التشغيل والخدمة والصيانة للتكييف المركزى :-

1- تشغيل محطة التكييف المركزى

- عمل دورة إختبارات على جميع المعدات والتأكد من عدم وجدود تسريب أو أى وصلات مفكوكة أو صوت غير طبيعى أو أى شىء غير طبيعى .
- بدء تشغيل طلمبات المياه المثلجة الإبتدائية ومتابعة شدة التيار وفرق الجهد والتأكد من أن القراءات فى المستوى المحدد.
- بدء تشغيل طلمبات المياه المثلجة الثانوية ومتابعة شدة التيار وفرق الجهد والتأكد من أن القراءات فى المستوى المحدد.
- بدء تشغيل طلمبات التكثيف ومتابعة شدة التيار وفرق الجهد والتأكد من أن القراءات فى المستوى المحدد.
- بدء تشغيل أبراج التبريد ومتابعة شدة التيار وفرق الجهد والتأكد من أن القراءات فى المستوى المحدد .
- قبل بدء تشغيل الماكينة يجب التأكد من عدم وجود أى (جرس إنذار) FAULS ALARMS OF بوحدة التحكم.
- بدء تشغيل الماكينة ومتابعة ضغط الزيت ومتابعة شدة التيار وفرق الجهد والتأكد من أن القراءات فى المستوى المحدد.
- متابعة عمل المحطة من خلال " سجلات" LOG SHEETS .

2- إيقاف محطة التكييف المركزى

- تخفيض الحمل حتى 40 ٪ .
- بدء إيقاف الماكينة ومتابعة ضغط الزيت حتى ظهور: System Ready To Start
- بدء إيقاف أبراج التبريد .
- بدء إيقاف طلمبات التكثيف تتابعياً تترك فترة مابين 1-2 دقيقة بين إيقاف كل طلمبة .
- بدء إيقاف طلمبات المياه المثلجة الابتدائية .
- بدء إيقاف طلمبات المياه المثلجة الثانوية .
- عمل دورة على جميع المعدات والتأكد من عدم وجود تسريب أو أى وصلات مفكوكة أو صوت غير طبيعى أو أى شىء غير طبيعى .

3- عمليات الصيانة للتكييف المركزى

1- الصيانة الدورية لوحدات توليد المياه المثلجة للطارد المركزى

الصيانة اليومية :-

- فحص مستوى الزيت .
- فحص أى صوت غير طبيعى .
- فحص درجات حرارة الزيت والمحرك .

الصيانة الأسبوعية :-

- فحص مستوى الزيت .
- فحص أى صوت غير طبيعى .
- عمل نظافة شاملة للمحطة والمعدات .
- مراجعة وصيانة دوائر التحكم واللوحات الكهربائى .

الصيانة الشهرية :- (كما فى الأسبوعية).

الصيانة ربع السنوية :-

- عمل اختبار تسريب .
- ضبط الشحنة .
- فحص مستوى الزيت .
- فحص أى صوت غير طبيعى .

الصيانة السنوية :-

- تغيير زيت الضاغط .
- تغيير فلتر الزيت .
- تغيير فلتر (مجفف) الفريون .
- عمل إختبار تسريب .
- مراجعة معايرة أجهزة الحماية والتشغيل .
- مراجعة دائرة البدء وتربط الوصلات الكهربية .
- عمل إختبار عزل ملفات المحرك .
- غسيل المكثف والمبرد بالكيماويات من خلال دائرة مغلقة .
- ضبط شحنة الزيت والفريون .

2- الصيانة الدورية لأبراج التبريد

الصيانة اليومية :-

- فحص أى تسريب مياه حول البرج .
- فحص عوامة خط التعويض والتأكد من عملها .
- فحص أى صوت غير طبيعى .

الصيانة الأسبوعية :- (كما فى اليومية) .

الصيانة الشهرية :-

- تشحيم عمود المروحة .
- التأكد من شد السيور .
- فحص المحرك .

الصيانة ربع السنوية :-

- عمل إختبار إتزان للصنابير والسيور .
- فحص أى صوت غير طبيعى .
- عمل غسيل لمصافي المياه .

الصيانة السنوية :-

- عمل صرف كامل للمياه .
- نظافة الأجهزة الداخلية للبرج .
- دهان الأجهزة القابلة للصدأ .
- تغيير السيور .
- فحص كراسى التحميل وتغييرها إذا تطلب الأمر ذلك .
- نظافة فونيات الرشاشات .
- فحص دائرة الكنترول ومراجعتها .
- فحص دائرة بدء المحرك وتربيط جميع الوصلات الكهربية .
- ضبط مستوى المياه فى الحوض .

3 - الصيانة الدورية للمضخات

الصيانة اليومية :-

- فحص أى صوت غير عادى .
- تسجيل قراءات فرق الضغط قبل وبعد المضخة وتسجيل قراءات الأمبير المسحوب .

الصيانة الأسبوعية :- (كما فى اليومية) .

الصيانة الشهرية :- (كما فى الأسبوعية) .

الصيانة ربع السنوية :-

- فحص الوصلة المرنة وعمل إتزان لها .
- تنظيف المصفاة .

الصيانة السنوية :-

- فحص الوصلة المرنة وضبط إتزانها .
- نظافة المصفاة .
- دهان الأجزاء القابلة للصدأ .
- فحص دائرة التحكم ومراجعتها .
- فحص دائرة المبرد ومراجعتها .
- تربيط جميع الوصلات الكهربية .

وسوف نستعرض نماذج عامة لكل من جداول الأعطال الشائعة وقوائم المراجعة لأنظمة التكييف المركزى المختلفة على النحو التالى:

CENTRAL AIR CONDITIONER TROUBLESHOOTING CHART
(جدول الأعطال لأنظمة التكييف المركزى)

Problem	Possible cause	Solution
Condenser doesn't run المكثف لايعمل	1. No power. لايوجد مصدر كهرباء	1. Check for blown fuses or tripped circuit breakers at main entrance panel or at separate entrance panel; restore circuit. إختبر الفيوز أو السيركت بريكر عند المدخل الرئيسى للوحة التحكم أو عند التفريعات أو عمل إعادة تشغيل للوحة التكم بالكامل
	2. Thermostat set too high. الثرموستات عالى جدا	2. Decrease thermostat setting to 5°. خفض الثرموستات الى درجة 5 م
	3. Motor faulty. عيب بالمحرك	3. Call a professional. أبلغ متخصص
	4. Compressor faulty. عطل بالضاغط	4. Call a professional. أبلغ متخصص
Uneven cooling **تبريد مطرب**	1. Distribution system out of balance. عدم إتزان أنظمة التوزيع	1. Adapt balance system. ضبط أنظمة التوزيع
Inadequate cooling **تبريدغير ملائم**	1. Thermostat set too high. الثرموستات عالى جدا	1. Decrease thermostat setting to 5°. خفض الثرموستات الى درجة 5 م
	2. Evaporator dirty. إتساخ المخر	2. Clean evaporator تنظيف المبخر
	3. Unit too small. الوحدة صغيرة	3. Replace with larger unit; call a professional. تغيير الوحدة بمعرفة متخصص
Unit doesn't cool **وحدة التبريد لاتعمل**	1. Thermostat set too high. الثرموستات عالى جدا	1. Decrease thermostat setting to 5°. خفض الثرموستات الى درجة 5 م
	2. Condenser dirty. إتساخ المكثف	2. Clean condenser coil and fins; if necessary, straighten fins. تنظيف مواسير وزعانف المكثف، وضبط إستقامتها
	3. Condenser unit Blocked. وحدة التكثيف مغلقة	3. Remove debris blocking condenser; cut down weeds, grass, and vines. تشغيل وتنظيف وحدة المكثق من الأوساخ
	4. Evaporator dirty. إتساخ المبخر	4. Clean evaporator. تنظيف المبخر
	5. Compressor faulty. عيب بالضاغط	5. Call a professional. أبلغ متخصص
	6. Not enough refrigerant in system. فريون غير كافى بالنظام	6. Call a professional. أبلغ متخصص
Condenser unit turns on and off repeatedly **إستمرارفتح وغلق وحدة التكثيف**	1. Condenser dirty. إتساخ المكثف	1. Clean condenser coil and fins. تنظيف مواسير وزعانف المكثف
		2. Clean condenser coil and fins; if necessary, straighten fins. تنظيف مواسير وزعانف المكثف، وضبط إستقامتها
	3. Evaporator dirty. إتساخ المبخر	3. Clean evaporator. تنظيف المبخر
	4.Problem in distribution system	4. Call a professional. أبلغ متخصص

نموذج لجدول المراجعة للتكييف المركزى (Check List)

م	بند الصيانه	يومى	أسبوعى	شهرى	ربع سنوى	سنوى
1	فحص درجات حرارة المياه الداخل والخارج	√				
2	التأكد من عدم وجود اصوات غير طبيعية	√				
3	فحص مستوى الزيت	√				
4	فحص درجة حرارة الزيت	√				
5	فحص ضغوط الفريون	√				
6	فحص تحميل الشيلر ٪	√				
7	فحص الفولت والأمبير	√				
8	فحص الضغوط (ΔP) للمكثف والمبخر		√			
9	مراجعة اى تسريب		√			
10	نظافة المعدة			√		
11	فحص لوحة الكهرباء			√		
12	عمل التزييت أو التشحيم اللازم				√	
13	نظافة لوحات التغذية والتحكم				√	
14	تغيير الزيت					√
15	تغيير فلاتر الزيت					√
16	الغسيل الميكانيكي للمكثف					√
17	فحص وضبط أجهزة الحماية والتشغيل					√
18	تغيير فلاتر الفريون					√
19	تربيط وصلات الكهرباء والقواطع					√
20	تغيير مياه التبريد					√
21	مراجعة شحنة الفريون					√

أسئلة المعارف النظرية

أجب عن الأسئلة الآتية :

أولا: ضع دائرة حول الحرف الدال على الإجابة أو الإجابات الصحيحة لكل من الأسئلة الآتية:

1) التكييف المركزى عبارة عن وحدة تكييف:

أ- توجد فى مكان مركزى بالنسبة للحجرة
ب- توجد فى مكان مركزى بالنسبة للمبنى
ج- توجد فى مكان مركزى بالنسبة للسيارة

2) إختيار نوع نظام التكييف المركزى يعتمد على:

أ- التغير فى الأحمال الحرارية للمبنى.
ب- التغير فى الأحمال الكهربية.
ج- التغير فى الإرتفاعات للمبنى.

3) من أنواع أنظمة التكييف المركزى:

أ- نظام تكييف هواء بنظام الهواء الشامل.
ب- نظام تكييف هواء شباك.
ج- نظام تكييف هواء إسبليت.

4) من مراحل تركيب أنظمة التكييف المركزى:

أ- مرحلة الدهان.
ب- مرحلة الترحيل.
ج- مرحلة التصميم.

5) من طرق تجميع مجارى هواء التكييف المركزى:

أ- طريقة اليو إس (U S JOINT).
ب- طريقة الفى إس (V S JOINT).
ج- طريقة الجى إس (G S JOINT)

6) يفضل فحص وتجربة التبريد للتكييف المركزى فى الفترة:

أ- من أول ديسيمبر إلى 15 فبراير.
ب- من أول يناير إلى 15 مارس.
ج- من 30 مايو إلى 15 سبتمبر.

7) الإنتشار (Spread) لهواء التبريد هو:

أ- التباعد الرأسى لتيار الهواء.
ب- التباعد الأفقى لتيار الهواء.
ج- التباعد الجانبى لتيار الهواء.

8) من أنواع أجهزة تغذية الهواء:

أ- المراوح.
ب- النواشر السقفية.
ج- طواحين الهواء.

9) من عناصر التحكم فى جودة الهواء الداخلى بالتكييف المركزى:

أ- إستخدام سوائل التبريد.
ب- زيادة الغازات.
ج- التخلص من مصادر التلوث.

10) . من أنواع مرشحات الهواء (Air Filters)

أ- مرشحات إلكترونية (Electronic Filters).
ب- مرشحات مائية
ج- مرشحات جيرية

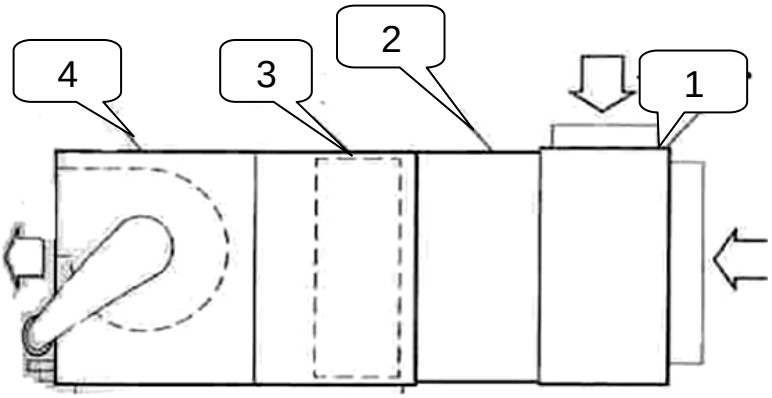
ثانيا: ضع الحرف الدال على الإجابة الصحيحة من المجموعه (ب) أمام ما يناظرها من المجموعه (أ) وذلك في المكان المخصص بين القوسين:

م	المجموعة (أ)		المجموعة (ب)	
11)	تستخدم مرشحات مادة السليلوز	( )	أ	السريان فى إتجاه ومنعه فى الأتجاه المعاكس
12)	تعمل وحدة مناولة المواد على	( )	ب	فى عمليات تسخين الهواء والتحكم فى نسبة الرطوبة
13)	يعمل صمام عدم رجوع على	( )	ج	فحص مستوى الزيت وأى صوت غير طبيعى
14)	تستخدم غلايات المياه فى التكييف المركزى	( )	د	لترشيح الأتربة الكبيرة ذات الأقطار الأكبر من 7 ميكرون
15)	من أعمال الصيانة الدورية للتكييف المركزى	( )	هـ	مراجعة ومعايرة أجهزة الحماية والتشغيل
16)	من أعمال الصيانة السنوية للتكييف المركزى	( )	و	تجميع وخلط الهواء الخارجى (بعد التنقية) مع الهواء الراجع

ثالثا: ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارة الخطأ :

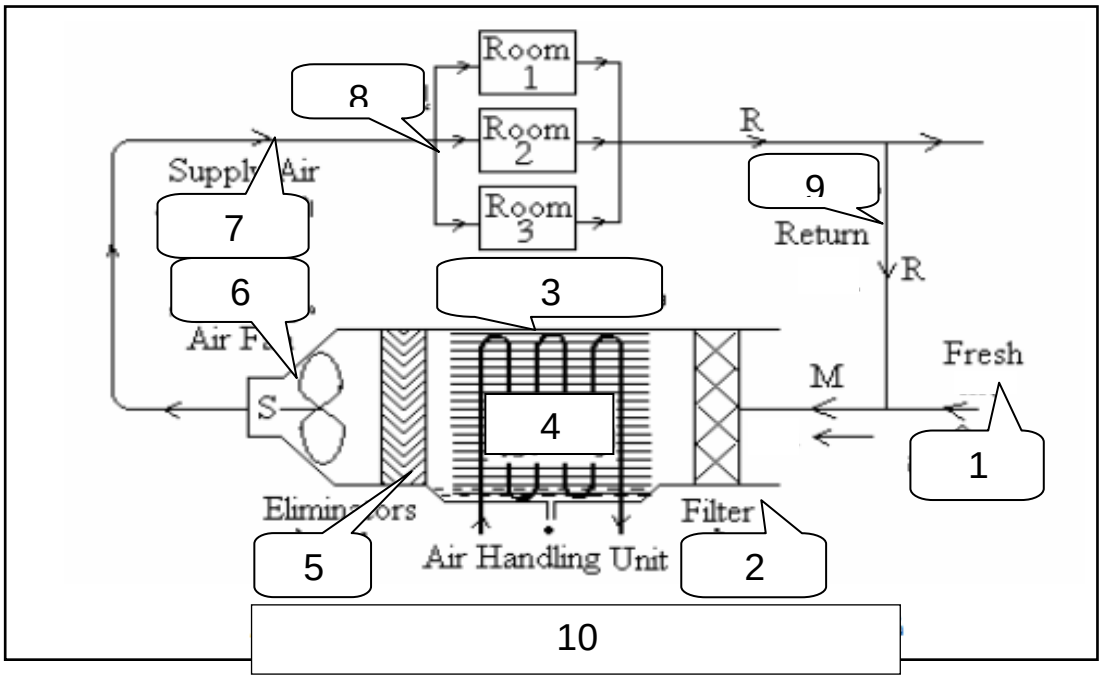
17)	من أعمال الصيانة السنوية للتكييف المركزى غسيل المكثف والمبرد بالكيماويات	( )
18)	تستخدم صناديق خلط الهواء لإعطاء نسب الخلط الصحيحة للهواء الخارج المكيف	( )
19)	كفاءة الغلاية (٪) = 100 ٪ + مجموع الفواقد (٪)	( )
20)	قبل بدء تشغيل أنظمة التكييف المركزى يجب التأكد من عدم وجود أى جرس إنذار بوحدة التحكم	( )
21)	أجهزة رفع نسبة الرطوبة تستعمل لخفض نسبة الرطوبة بالهواء المكيف	( )
22)	من المكونات الأساسية لوحدة مناولة الهواء مروحة التغذية - ملفات التبريد- الفلاتر	( )
23)	ليس من الضرورى التعقيم وقتل البكتريا للهواء المكيف	( )
24)	من الضرورى دراسة المكان جيدا لتحديد أنماط توزيع الهواء	( )
25)	مقاومة المرشح عبارة عن إنخفاض الضغط الإستاتيكى خلال سمك المرشح	( )
26)	عازل الصوت المستخدم فى داخل الدكت يكون بسمك 1 بوصة وبكثافة 24 كجم/م^3	( )
27)	النواشر السقفية يتم تركيبها فى جوانب حوائط الحيز المراد تكييفه	( )
28)	فى نظام تكييف الهوء المركزى المائى الشامل يتم تبريد أو تسخين الماء فى محطة مركزية ثم يتم توزيعه على الغرف المطلوب تكييفها.	( )
29)	التوزيع الجيد للهواء عاملاً أساسياً فى تحديد درجة الراحة للإنسان	( )
30)	نظام التكييف الهوائى- المائى من أنواع تكييف الهواء الشباكى	( )

رابعا: تعرف على الأجزاء المبينة في الرسم ثم اكتب الاسم الصحيح لها طبقا للأرقام التالية:



وحدة مناولة هواء إفقية

(31	الرقم (1) يشير الى:	**(32**	الرقم (2) يشير الى:
(33	الرقم (3) يشير الى:	**(34**	الرقم (4) يشير الى:



(35	الجزء (1) هو:	**(36**	الجزء (2) هو:
(37	الجزء (3) هو:	**(38**	الجزء (4) هو:
(39	الجزء (5) هو:	**(40**	الجزء (6) هو:
(41	الجزء (7) هو:	**(42**	الجزء (8) هو:
(43	الجزء (9) هو:	**(44**	(10) نوع النظام هو:

الإجابات النموذجية:

م	الأجابة	م	الأجابة
1	ب	23	(×)
2	أ	24	(√)
3	أ	25	(√)
4	ج	26	(√)
5	أ	27	(×)
6	ج	28	(√)
7	ب	29	(√)
8	ب	30	(×)
9	ج	31	صندوق الخلط
10	أ	32	ملفات
11	(د)	33	الفلتر
12	(و)	34	المروحة
13	(أ)	35	الهواء الطازج
14	(ب)	36	المرشح
15	(ج)	37	وحدة مناولة المواد
16	(هـ)	38	ملف التبريد
17	(√)	39	الفواصل
18	(√)	40	مروحة الهواء
19	(×)	41	الهواء المكيف
20	(√)	42	الغرف
21	(×)	43	الهواء الراجع
22	(√)	44	نظام هواء شامل صيفى

التدريبات العملية:

رقم التمرين	إسم التمرين	زمن التنفيذ
1	تحديد الطرق المختلفة لأنظمة التكييف المركزى	8 ساعات

الهدف :-

كيفية تحديد الطرق المختلفة لأنظمة التكييف المركزى وعمل المقارنات المطلوبة.

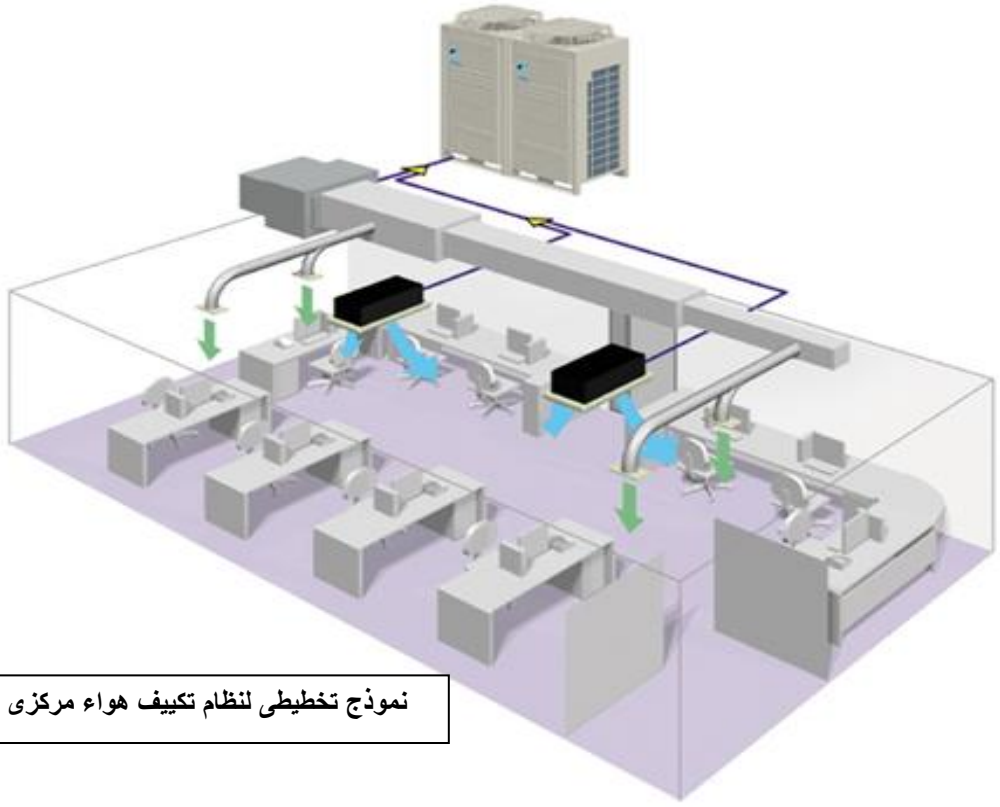
الخامات والأجهزه :

مجموعة من أنظمة التكييف المركزى المتاحة بالورشة (أو المتاحة بالمصانع ويتم التدريب عليها بالنظام التبادلى) أو إستخدام نماذج محاكاة لها.

العدد المستخدمة :

1 -شنطة عدة متكاملة خاصة بصيانة أنظمة التكييف.
2 -أجهزة قياس كهربية مختلفة.
3 -عدادات قياس الضغوط المختلفة.
4 -أدوات وسوائل تنظيف.

الرسم التخطيطى:



نموذج تخطيطى لنظام تكييف هواء مركزى

خطوات التنفيذ

1 -تطبيق قواعد السلامة أثناء العمل .

2 -تنظيف النماذج والأدوات جيداً من الغبار والأوساخ والزيوت.

3 -تحضير العدد وأدوات القياس المناسبة .

4 -تحديد نوع ومواصفات النماذج المتاحة (طبقاً لما قمت بالتدريب عليه مسبقاً).

وتتعدد أنظمة التكييف المركزى على النحو التالى:

أ- نظام تكييف هواء بنظام الهواء الشامل: وفيه يتم إمداد الغرفة المطلوب تكييفها بهواء مكيف بارد أو ساخن بالمعدل المطلوب والشروط المناسبة ويتم إعداد هذا الهواء المكيف فى مكان مركزى بعيداً عن الغرفة كما فى وحدات مناولة الهواء المركزية.

ب- نظام تكييف هواء بنظام الماء الشامل: وفيه يتم تكييف هواء الغرفة عن طريق التبادل الحرارى بين هواء الغرفة وماء بارد أو ساخن يجهز فى مكان بعيداً عن الغرفة ثم يمرر هذا الماء فى ملفات داخل الغرف لكى يحدث التبادل الحرارى مع هواء الغرفة كما فى وحدات تكييف الهواء باستخدام الماء كوسيط ناقل للحرارة بين الغرفة ووحدة تبريد أو تسخين الماء.

ج- نظام تكييف هواء بنظام الهواء والماء: وفيه يتم تكييف الغرفة جزئياً بهواء مكيف ومعد فى مكان مركزى ثم يستكمل تكييف الغرفة بالتبادل الحرارى بين هواء الغرفة والماء البارد أو الساخن المار فى ملفات داخل الغرفة.

5 - تدوين الملاحظات فى ورق خارجى.

6 - تسليم الورق إلى المدرب للمراجعة والتقييم.

7 -تنظيف وترتيب مكان العمل بعد الإنتهاء من العمل.

رقم التمرين	إسم التمرين	زمن التنفيذ
2	تحديد الأجزاء الأساسية والملحقات لنظام تكييف مركزى (هواء – ماء) وعمل الصيانة الدورية	16 ساعة

الهدف :-

كيفية تحديد الأجزاء الأساسية والملحقات لنظام تكييف مركزى (هواء – ماء) وعمل الصيانة الدورية المطلوبة.

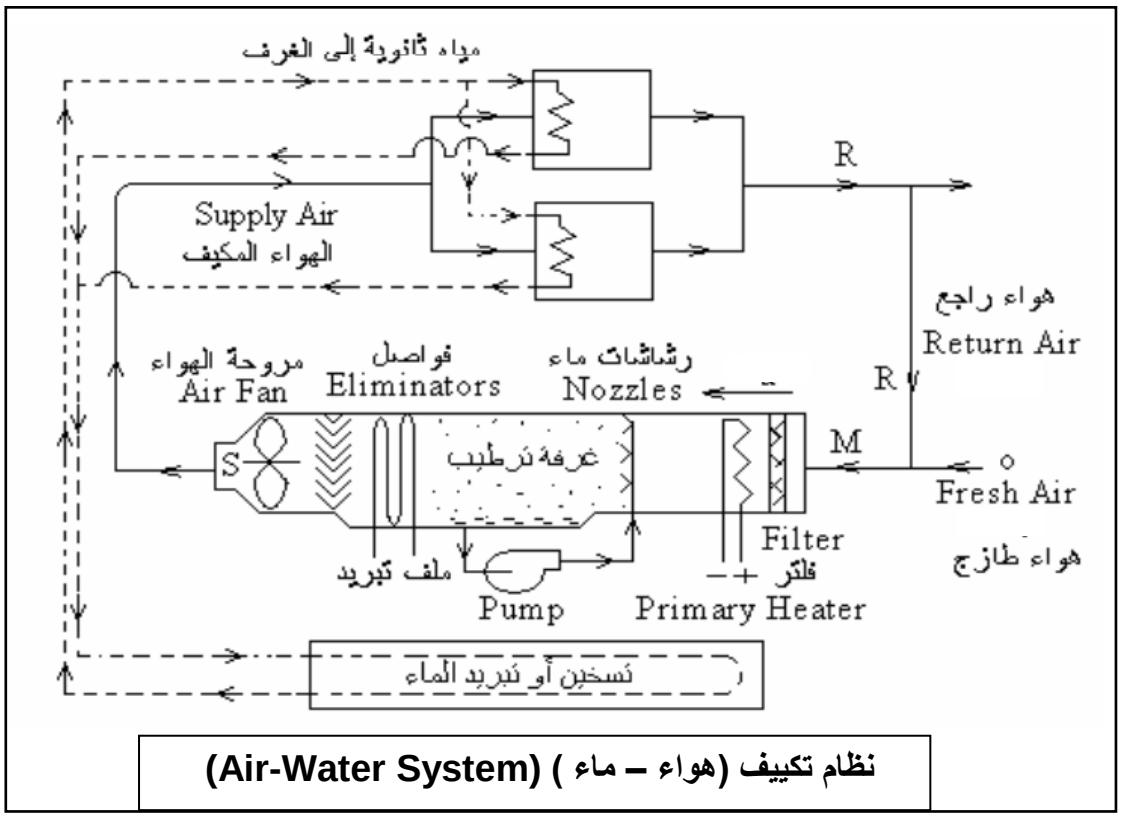
الخامات والأجهزه :

نظام تكييف مركزى (هواء – ماء) المتاح بالورشة (أو المتاح بالمصانع ويتم التدريب عليه بالنظام التبادلى) أو إستخدام نموذج محاكاة.

العدد المستخدمة :

1 -شنطة عدة متكاملة خاصة بصيانة أنظمة التكييف.
2 -أجهزة قياس كهربية مختلفة.
3 -عدادات قياس الضغوط المختلفة.
4 -أدوات وسوائل تنظيف.

الرسم التخطيطى:



نظام تكييف (هواء – ماء) (Air-Water System)

خطوات التنفيذ:

1 - تطبيق قواعد السلامة أثناء العمل .

2 -تنظيف النموذج والأدوات جيداً من الغبار والأوساخ والزيوت.

3 -تحضير العدد وأدوات القياس المناسبة .

4 -تحديد نوع ومواصفات النموذج المتاح (طبقاً لما قمت بالتدريب عليه مسبقاً).

5 -عمل الصيانة الدورية المطلوبة.

الصيانة الدورية تتم على النحو التالى:

- فحص مستوى الزيت .
- فحص أى صوت غير طبيعى .
- عمل نظافة شاملة للنظام والمعدات .
- مراجعة وصيانة دوائر التحكم واللوحات الكهربائية.

6 - تدوين الملاحظات فى ورق خارجى.

7 - تسليم الورق إلى المدرب للمراجعة والتقييم.

8 -تنظيف وترتيب مكان العمل بعد الإنتهاء من العمل.

رقم التمرين	إسم التمرين	زمن التنفيذ
3	تحديد الأجزاء الأساسية لوحدة مناولة الهواء لنظام تكييف مركزى وعمل الصيانة الدورية	16 ساعة

الهدف :-

كيفية تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية لوحدة مناولة الهواء لنظام تكييف مركزى وعمل الصيانة الدورية المطلوبة.

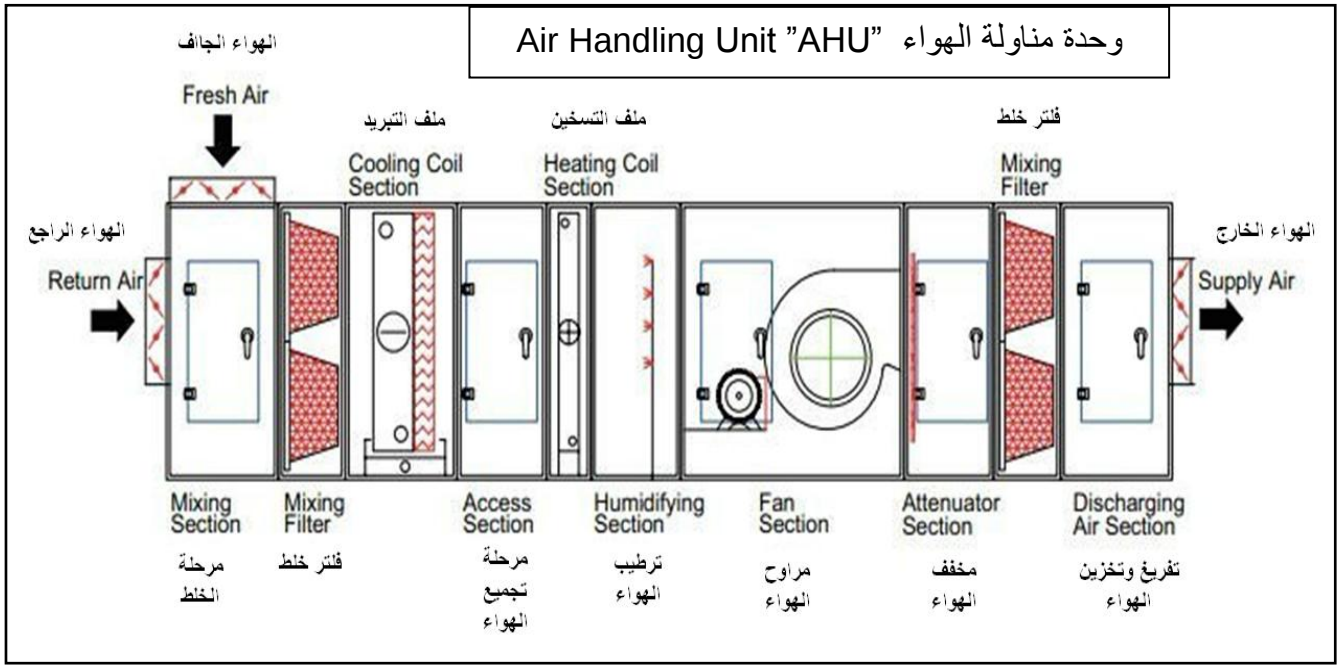
الخامات والأجهزه :

وحدة مناولة هواء لنظام تكييف مركزى المتاحة بالورشة (أو المتاحة بالمصانع ويتم التدريب عليها بالنظام التبادلى) أو إستخدام نموذج محاكاة.

العدد المستخدمة :

1 -شنطة عدة متكاملة خاصة بصيانة أنظمة التكييف .
2 -أجهزة قياس كهربية مختلفة.
3 -عدادات قياس الضغوط المختلفة.
4 -أدوات وسوائل تنظيف.

الرسم التخطيطى:



خطوات التنفيذ:

1 -تطبيق قواعد السلامة أثناء العمل .

2 -تنظيف النموذج والأدوات جيداً من الغبار والأوساخ والزيوت.

3 -تحضير العدد وأدوات القياس المناسبة .

4 -تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية لوحدة مناولة الهواء للنموذج المتاح (طبقاً لما قمت بالتدريب عليه مسبقاً).

5 -عمل الصيانة الدورية المطلوبة.

الصيانة الدورية تتم على النحو التالى:

- فحص مستويات الزيوت .
- فحص أى صوت غير طبيعى .
- عمل نظافة شاملة للنظام والملحقات .
- مراجعة وصيانة دوائر التحكم واللوحات الكهربائية.

6 - تدوين الملاحظات فى ورق خارجى.

7 - تسليم الورق إلى المدرب للمراجعة والتقييم.

8 -تنظيف وترتيب مكان العمل بعد الإنتهاء من العمل.

رقم التمرين	إسم التمرين	زمن التنفيذ
4	فك وتركيب وصيانة وحدة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء لوحدة مناولة الهواء لنظام تكييف مركزى .	16 ساعة

الهدف :-

كيفية تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية وفك وتركيب وصيانة وحدة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء لوحدة مناولة الهواء لنظام تكييف مركزى.

الخامات والأجهزه :

وحدة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء لوحدة مناولة الهواء لنظام تكييف مركزى المتاحة بالورشة (أو المتاحة بالمصانع ويتم التدريب عليها بالنظام التبادلى) أو إستخدام نموذج محاكاة.

العدد المستخدمة :

1 -شنطة عدة متكاملة خاصة بصيانة أنظمة التكييف .
2 -أجهزة قياس كهربية مختلفة.
3 -عدادات قياس الضغوط المختلفة.
4 -أدوات وسوائل تنظيف.

الرسم التخطيطى:

وحدة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء لوحدة مناولة الهواء

خطوات التنفيذ:

1 -تطبيق قواعد السلامة أثناء العمل .

2 -تنظيف النموذج والأدوات جيداً من الغبار والأوساخ والزيوت.

3 -تحضير العدد وأدوات القياس المناسبة .

4 -تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية لوحدة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء (طبقاً لما قمت بالتدريب عليه مسبقاً).

5 -فك وتركيب وحدة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء.

6 -عمل الصيانة الدورية المطلوبة.

الصيانة الدورية تتم على النحو التالى:

- فحص التشحيم والتزييت .
- فحص أى صوت غير طبيعى .
- عمل نظافة شاملة للنظام والملحقات .
- مراجعة وصيانة دوائر التحكم واللوحات الكهربائية .

7 - تدوين الملاحظات فى ورق خارجى.

8 - تسليم الورق إلى المدرب للمراجعة والتقييم.

9 - تنظيف وترتيب مكان العمل بعد الإنتهاء من العمل.

رقم التمرين	إسم التمرين	زمن التنفيذ
5	تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية وتشغيل وإيقاف وصيانة غلاية بخارية لنظام تكييف مركزى	24 ساعة

الهدف :-

كيفية تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية وتشغيل وإيقاف وصيانة غلاية بخارية لنظام تكييف مركزى وعمل الصيانة الدورية المطلوبة.

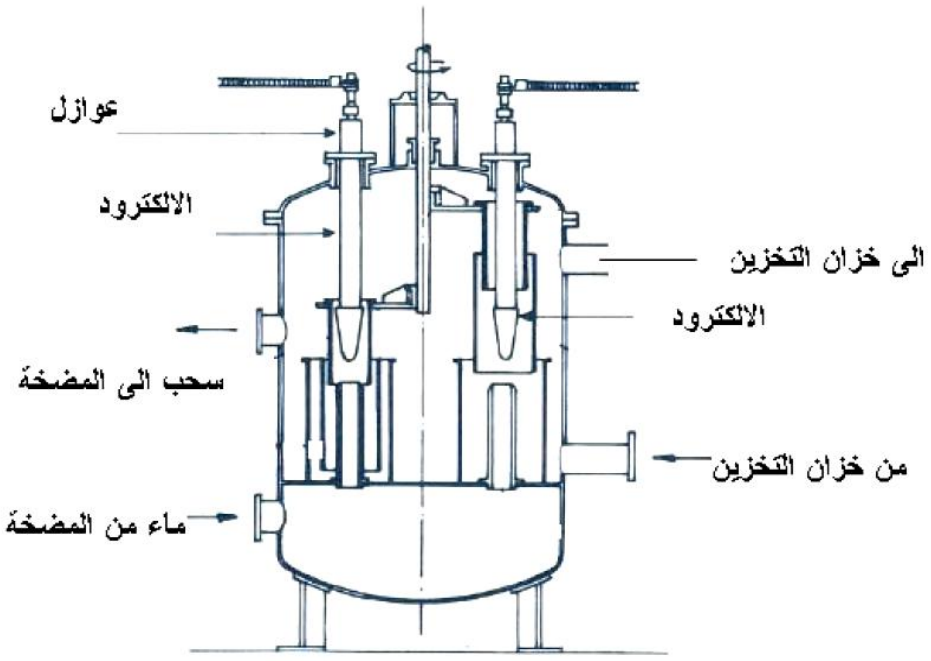
الخامات والأجهزه :

غلاية بخارية لنظام تكييف مركزى المتاحة بالورشة (أو المتاحة بالمصانع ويتم التدريب عليها بالنظام التبادلى) أو إستخدام نموذج محاكاة.

العدد المستخدمة :

1 -شنطة عدة متكاملة خاصة بصيانة أنظمة التكييف.
2 -أجهزة قياس كهربية مختلفة.
3 -عدادات قياس الضغوط المختلفة.
4 -أدوات وسوائل تنظيف.

الرسم التخطيطى:



غلاية ماء كهربية تعمل بالكترود ذو ضغط عالي

خطوات التنفيذ:

1 -تطبيق قواعد السلامة أثناء العمل .

2 -تنظيف النموذج والأدوات جيداً من الغبار والأوساخ والزيوت.

3 -تحضير العدد وأدوات القياس المناسبة .

4 -تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية لغلاية بخارية (طبقاً لما قمت بالتدريب عليه مسبقاً).

5 -فك وصيانة وإعادة تركيب إلكترودات التسخين بالغلاية.

6 -عمل الصيانة الدورية المطلوبة.

الصيانة الدورية تتم على النحو التالى:

- فحص التشحيم والتزييت .
- فحص أى صوت غير طبيعى .
- عمل نظافة شاملة للغلاية والملحقات .
- مراجعة وصيانة دوائر التحكم واللوحات الكهربائية .

7 - تدوين الملاحظات فى ورق خارجى.

8 - تسليم الورق إلى المدرب للمراجعة والتقييم.

9 - تنظيف وترتيب مكان العمل بعد الإنتهاء .

رقم التمرين	إسم التمرين	زمن التنفيذ
6	تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية وتشغيل وإيقاف وحدة التحكم الكهربى الرئيسية لنظام تكييف مركزى	24 ساعة

الهدف :-

كيفية تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية وتشغيل وإيقاف وحدة التحكم الكهربى الرئيسية لنظام تكييف مركزى وعمل الصيانة الدورية المطلوبة.

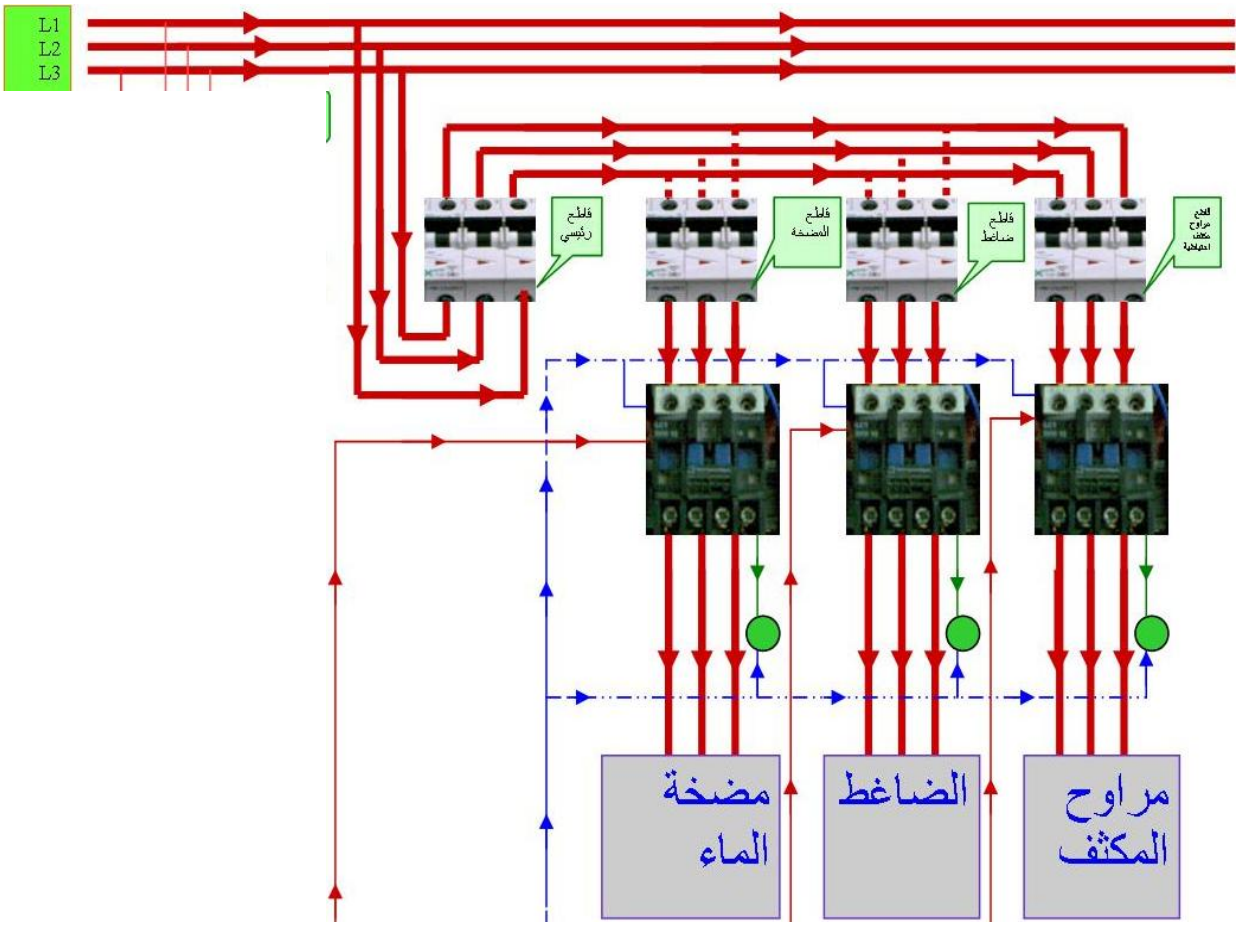
الخامات والأجهزه :

وحدة التحكم الكهربى الرئيسية لنظام تكييف مركزى المتاحة بالورشة (أو المتاحة بالمصانع ويتم التدريب عليها بالنظام التبادلى) أو إستخدام نموذج محاكاة.

العدد المستخدمة :

1 -شنطة عدة متكاملة خاصة بالصيانة الكهربية لأنظمة التكييف .
2 -أجهزة قياس كهربية مختلفة.
3 -بلاوور هواء.
4 -أدوات وسوائل تنظيف.

الرسم التخطيطى:



خطوات التنفيذ:

1 -تطبيق قواعد السلامة أثناء العمل .

2 -تنظيف النموذج والأدوات جيداً من الغبار والأوساخ والزيوت.

3 -تحضير العدد وأدوات القياس المناسبة .

4 -تحديد الأجزاء الأساسية والمواصفات الفنية لوحدة التحكم الكهربى الرئيسية (طبقاً لما قمت بالتدريب عليه مسبقاً).

5 -فك وصيانة وإعادة تركيب الأجزاء الأساسية لوحدة التحكم الكهربى الرئيسية.

6 -عمل الصيانة الدورية المطلوبة.

الصيانة الدورية تتم على النحو التالى:

- فحص الملامسات .
- فحص أى صوت غير طبيعى .
- عمل نظافة شاملة .
- مراجعة وصيانة دائرة التحكم الكهربى .

7 - تدوين الملاحظات فى ورق خارجى.

8 - تسليم الورق إلى المدرب للمراجعة والتقييم.

9 -تنظيف وترتيب مكان العمل بعد الإنتهاء .

ملحق للمصطلحات الفنية الشائعة الإستخدام فى مجال التبريد والتكييف

Refrigerant: وسيط تبريد
أى مادة تقوم بدور عامل التبريد عن طريق امتصاص الحرارة من جسم آخر.

Primary refrigerant: وسيط تبريد أولى
المائع الذي ينتج درجة الحرارة المنخفضة عن طريق امتصاص الحرارة أثناء التبخر عند ضغط منخفض ، وطرد الحرارة أثناء التكثف عند ضغط عال.

Secondary refrigerant: وسيط تبريد ثانوى
أى وسيط سائل يستخدم في مجموعة تبريد ثانوية بغرض نقل الحرارة من نقطة الى أخرى.

refrigerant Liquid: وسيط تبريد سائل
وسيط تبريد متبخر تم تبريده الى درجة حرارة التشبع ، وبذلك تكثف وتحوّل الى سائل.

Evaporating refrigerant : وسيط تبريد متبخر وسيط تبريد حدث له تغيّر فى الحالة من سائل الى بخار فى مبخر وحدة التبريد.

Hydrocarbon refrigerant: وسيط تبريد هيدروكربوني
وسيط تبريد من السلسلة البرافينية او الاوليفينية التى تتركب من اتحادات مختلفة لعنصرى الهيدروجين والكربون. (البوتان , الميتان , ..

Compressor: ضاغط
مكون أساسى فى مجموعة التبريد ذات الإنضغاط بالبخار. وظيفته سحب وسيط التبريد المتبخر عند ضغط منخفض نسبياً من المبخر، وضغطه، ثم تصريفه الى المكثف.

Refrigerating Compressor : ضاغط تبريد
مكون أساسى فى مجموعة التبريد ذات الإنضغاط بالبخار. وظيفته سحب وسيط التبريد المتبخر عند ضغط منخفض نسبياً من المبخر، وضغطه، ثم تصريفه الى المكثف. وتوجد ثلاثة أنواع من ضواغط تبريد العاملة فى وحدات التبريد ذات الإنضغاط بالبخار :

Reciprocating Compressor: ضاغط مكبسي (ترددى)
يحتوى على مكبس piston يتحرك فى اسطوانة حركة مستقيمة متناوبة فى اتجاهين متعاكسين (للأعلى و للأسفل) ، حيث أن الحركة تنتقل إلى المكبس عن طريق عمود المرفق الذى يؤدى إلى إنجاز شوطى السحب والإنضغاط بالإسطوانة المجهزة بصمام سحب وصمام طرد.

Rotary Compressor: ضاغط دوّار
الأجزاء المتحركة لهذا الضاغط هى العضو الدوار، الإكسنتريك، الريشة المنزلقة.

Centrifugal Compressor: ضاغط نابذى (طرد مركزى) ويسمّى أيضاً: Turbo Compressor: ضاغط توربينى (عنفى) ويتألف من حلقات من الأعضاء الدوّارة ويحدث الانضغاط نتيجة لدوران وسيط التبريد المتبخر بسرعة عالية، وتحت تأثير القوة الطارده يقذف وسيط التبريد الى جدار العضو الدوّار داخلاً الى القناة المخصصة.

Dual effect Compressor: ضاغط ثنائى التأثير

Single vane rotary Compressor: ضاغط دوّار ذو ريشة مفردة (واحدة)

Multi vane rotary Compressor: ضاغط دوّار متعدد الريش

Multi stage Compressor: ضاغط متعدد المراحل
ضاغط يتم الإنضغاط فيه لوسيط التبريد على عدة مراحل (كأن يتم فى عدد من الاسطوانات)

Double stage Compressor: ضاغط مزدوج المرحلة
ضاغط يتم الإنضغاط فيه لوسيط التبريد على مرحلتين (كأن يتم فى اسطونتين)

Hermetic Compressor: ضاغط محكم الغلق
ضاغط يكون فيه المحرك الكهربائى داخل غلاف الضاغط ، وتكون التجميعة بأكملها محكمة الغلق ، وتعزل حيّز وسيط التبريد عزلاً تامّاً عن الجو، ويشترط فيه أن يعمل عشرات السنين دون صيانة.

Semi hermitic Compressor: ضاغط نصف محكم الغلق
ضاغط يشبه ضاغط محكم الغلق ، إلاّ غلافه الخارجى فإنه غير ملحوم بل مربوط بالبراغى والصواميل ، ممّا يسمح بفكّه لإجراء الصيانة عليه.

Enclosed Compressor: ضاغط مغلق
ضاغط مكبسى (ترددى) تكون فيه الإسطوانات متوضّعة على شكل حرف V أو W

Open Compressor: ضاغط مفتوح
ضاغط يكون عمود دورانه خارج علبة الضاغط ، ويلزمه جوانة لمنع وسيط التبريد من التسّرب و لعزل حيّز وسيط التبريد عن الجو ، ويحتاج إلى رقابة وإشراف على تشغيله.

Refrigerant flow control: التحكم بجريان وسيط التبريد
ويكون عن طريق صمامات التحكم مثل صمام التمدد اليدوى أو الآلى.

Refrigerant oil mixture: مزيج الزيت ووسيط التبريد

احدى الخصائص الهامة لوسيط التبريد هى قابلية ذوبان وسيط التبريد بالزيت.

Refrigerant piping: أنابيب وسيط التبريد
شبكة أنابيب عائدة لوسيط التبريد تصنع من النحاس Copper أو النحاس الأصفر Brass.

Refrigerant effect: التأثير التبريدى
كمية الحرارة التى يمتصها كل 1 كغ من وسيط التبريد عندما يتبحر من المكان المراد تبريده.

Refrigerant cylinder: إسطوانة وسيط التبريد
وعاء اسطوانى مصنوع من الصلب ، يستعمل لتخزين ونقل وسيط التبريد.

Compressor lubricating oils: زيوت تزييت الضاغط
زيت معد خصيصاً للضاغط ، لأنه يلامس وسيط التبريد ، وأهم صفاته:

Chemical stability: الإستقرار الكيميائى
ويعنى أن يعمل زيت تزييت الضاغط بصورة مستمرة ولمدة طويلة بدون الحاجة الى تغييره.

Pour point: نقطة الصبيب
وتعنى أقل درجة حرارة يمكن ان ينساب عندها الزيت تحت ظروف معينة.

Flock point: نقطة تلبد الزيت
وتعنى درجة الحرارة التى عندها يبدأ الشمع Wax بالترسب من مزيج مؤلف من 90% وسيط تبريد

و 10% من الزيت (حجما).

Cloud point: نقطة تغبّش الزيت
وتعنى درجة الحرارة التى يبدأ عندها ترسب الشمع Wax اذا ما إنخفضت حتى قيمة معينة.

Viscosity: اللزوجة
هى مقياس لقابلية زيت التزييت لأداء وظيفة التزييت ، وذلك بتشكيل طبقة تغلف الأجزاء المتحركة وتمنع تآكلها.

Dielectric strength: متانة العزل الكهربائى
هى مقياس لمقاومة زيت التزييت لمرور التيار الكهربائى.

Latent heat: الحرارة الكامنة
كمية الحرارة اللازمة لأن تمتصها أو تطردها وحدة الكتلة لأى مادة كى تغير حالتها (أى كى تنصهر أو تتصلب أو تتجمد أو تتبخر أو تتكثف).

Latent heat of fusion: الحرارة الكامنة للإنصهار
كمية الحرارة اللازم إضافتها لمادة ما كى تتحول من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة دون تغير فى درجة الحرارة.

Latent heat of vaporization: الحرارة الكامنة للتبخر
كمية الحرارة اللازم إضافتها لمادة ما كى تتحول من حالة سائل الى حالة بخار دون تغير فى درجة الحرارة.