

نظم ومعدات تكييف الهواء

أنظمة التكييف المركزي وتطبيقاتها

الوحدة الثانية : أنظمة التكييف المركزي وتطبيقاتها Central A/C Systems & Their Applications

مقدمة

Introduction

جهاز التكييف المركزي عبارة عن وحدة تكييف هواء توجد في مكان مركزي بالنسبة للمبنى يعمل على خدمة عدد من الطوابق ذات الغرف المتعددة الأغراض بسهولة. في كل تطبيق يجب على المصمم مراعاة المزايا الأساسية لكل نظام ومن ثم اختيار النظام المناسب. اختيار نوع النظام يعتمد على عدة عوامل هي:

- التغيير في الأحمال الحرارية للمبنى.
- متطلبات المناطق.
- المكان المتاح لوضع الأجهزة.
- التكلفة.

يتم عادة تصنيف أنظمة تكييف الهواء تبعاً لنوعية المائع الحامل للحرارة من المكان المكيف إلى ثلاثة أنظمة أساسية هي:

١- نظام هوائي كلي (All-air system)

يستخدم هذا النظام الهواء فقط للتبريد أو التسخين.

٢- نظام مائي كلي (All-water system)

يستخدم هذا النظام الماء فقط للتبريد أو التسخين.

٣- نظام مائي - هوائي (Air-water system)

يستخدم هذا النظام الماء والهواء للتبريد والتسخين.

الأنظمة المذكورة تستخدم في العديد من المباني كالفنادق والمستشفيات والأسواق المركزية والمساجد والشقق السكنية والمسارح وأستوديوهات البث والمكاتب وخلافه.

في هذه الوحدة التدريبية سوف يتم التعرف على مكونات الأنظمة المشار إليها وتصنيفاتها المختلفة ومعدات التكييف التي تستخدم معها كوحدات مناولة الهواء ووحدات الحث ووحدات الفان كويل بالإضافة إلى مزايا وسلبيات كل نظام. كما سيتم التعرف لاستخدامات تلك الأنظمة في بعض التطبيقات كالفنادق والمستشفيات والأسواق المركزية.

اسم الوءءة: أنظمة ءكرفب المءكزف وءطبفقاؤها

الجءارة: وصف أنظمة الءواء الكلف للءمفرز بفنها ومءرفة مزافا واستءءاءاء كل منها.

الأءءاف:

عءءما ءكمل هءه الوءءة ءكون قاءراً على:

١. رسم المءطط لكل نظام.
٢. ءمءفل كل نظام على ءرفطة السفكرومفرءف.
٣. اسءءءاءاء كل نظام.
٤. مزافا وسلبفااء كل نظام
٥. ءءرف على مءكوناء وطرفقة عمل وءءة الءء الءف ءسءءءم للءسءفن والءءوءفة فقط.
٦. ءءرف على مءكوناء وطرفقة عمل وءءاء مءاءلة الءواء.

مساءى الأءاء المءطوب:

أن لا ءقل نسبة إءقان هءه الجءارة عن ٩٠٪.

الوقت المءوقء للءءرفب:

٤ ساءاء ءراسفة

الوسائل المساءءة:

وسوف ءءءاء للرجوع إلى ماءة أساسفااء ءقنفة ءكرفب فف مءضوع العملفاء السفكرومفرءفة.

مءطلباء الجءارة:

ءءءاء إلى اكءساب مءارة اسءءءام الءرفطة السفكرومفرءفة.

الفصل الأول : أنظمة الهواء الكلي

All-Air Systems

كما ذكرنا فإنه يتم عادة تصنيف أنظمة تكييف الهواء تبعاً لنوعية المائع الحامل للحرارة من المكان المكيف ومنها النظام الهوائي الكلي (All-air system) حيث يستخدم هذا النظام الهواء فقط للتبريد أو التسخين. ويضم الأنظمة التالية:

١. أنظمة الهواء الكلي التقليدية (Conventional systems)

(ذات المجرى الواحد Single duct)

هذه الأنظمة تكون عادة ذات مجرى واحد (Single duct) مع مخارج لتوزيع الهواء وتحتوي أنظمة الهواء التقليدية على تحكم مباشر لظروف الغرفة وتستخدم في أماكن يكون فيها عادة عدد الأشخاص ثابتاً وفي بعض الأحيان متغيراً، كالمستودعات والمكاتب والمصانع، حيث إنها غالباً لا تحتاج إلى تحكم دقيق في درجة الحرارة والرطوبة. المكان المكيف يمكن أن يضم منطقة واحدة (Single-zone) أو مناطق متعددة (Multi-zones). المنطقة الواحدة يمكن التحكم فيها عن طريق خنادق وجه وإمرار جانبي (face & by-pass dampers) وفي بعض الأحيان تحكم إعادة تسخين. ويتم تصنيف هذه الأنظمة إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

• نظم ثابتة الحجم متغيرة درجة الحرارة

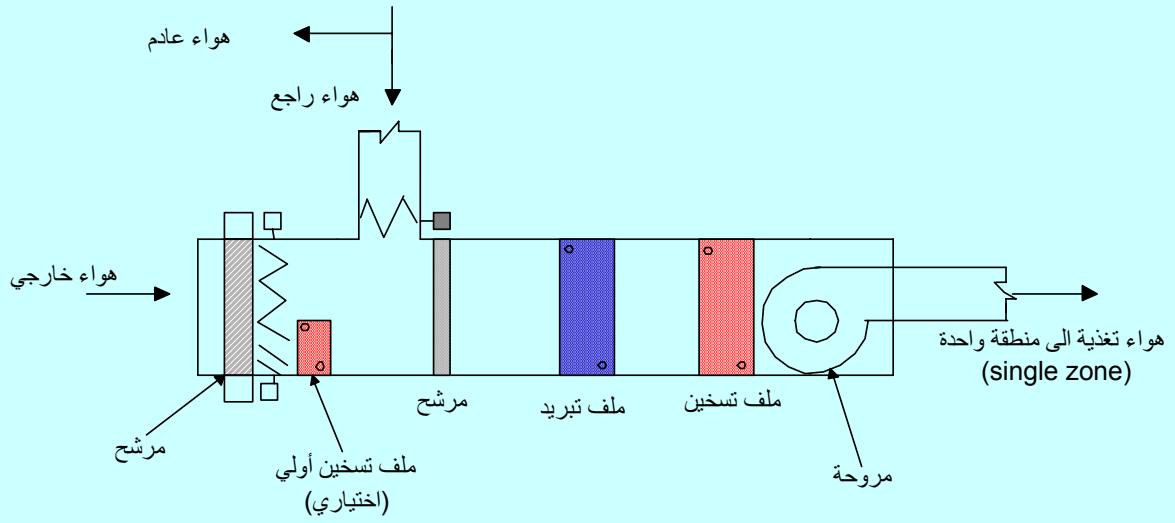
وتستخدم تحكم موضعين (On-off control) أو تحكم خنادق وجه مع إمرار جانبي كما هو موضح في الشكلين (٢ - ١) ، (٢ - ٢).

• نظم متغيرة الحجم ثابتة درجة الحرارة

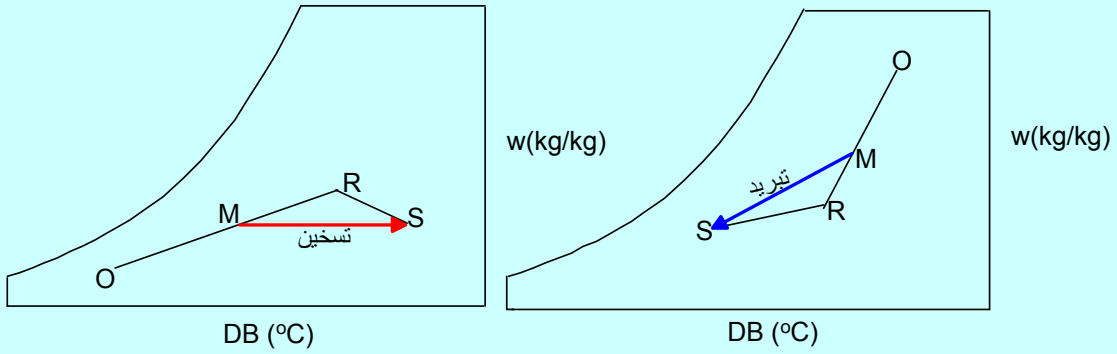
وتستخدم خنادق للتحكم في حجم هواء التغذية (Volume control dampers)

الشكل (٢ - ٣) يوضح الأجزاء الرئيسية لنظام هواء كلي تقليدي يستخدم في تكييف صيفي وهي:

- توصيلات هواء خارجي وهواء راجع
- مرشح
- مزيل للرطوبة
- مروحة ومحرك
- مجاري هواء تغذية ومخارج للهواء



(أ)



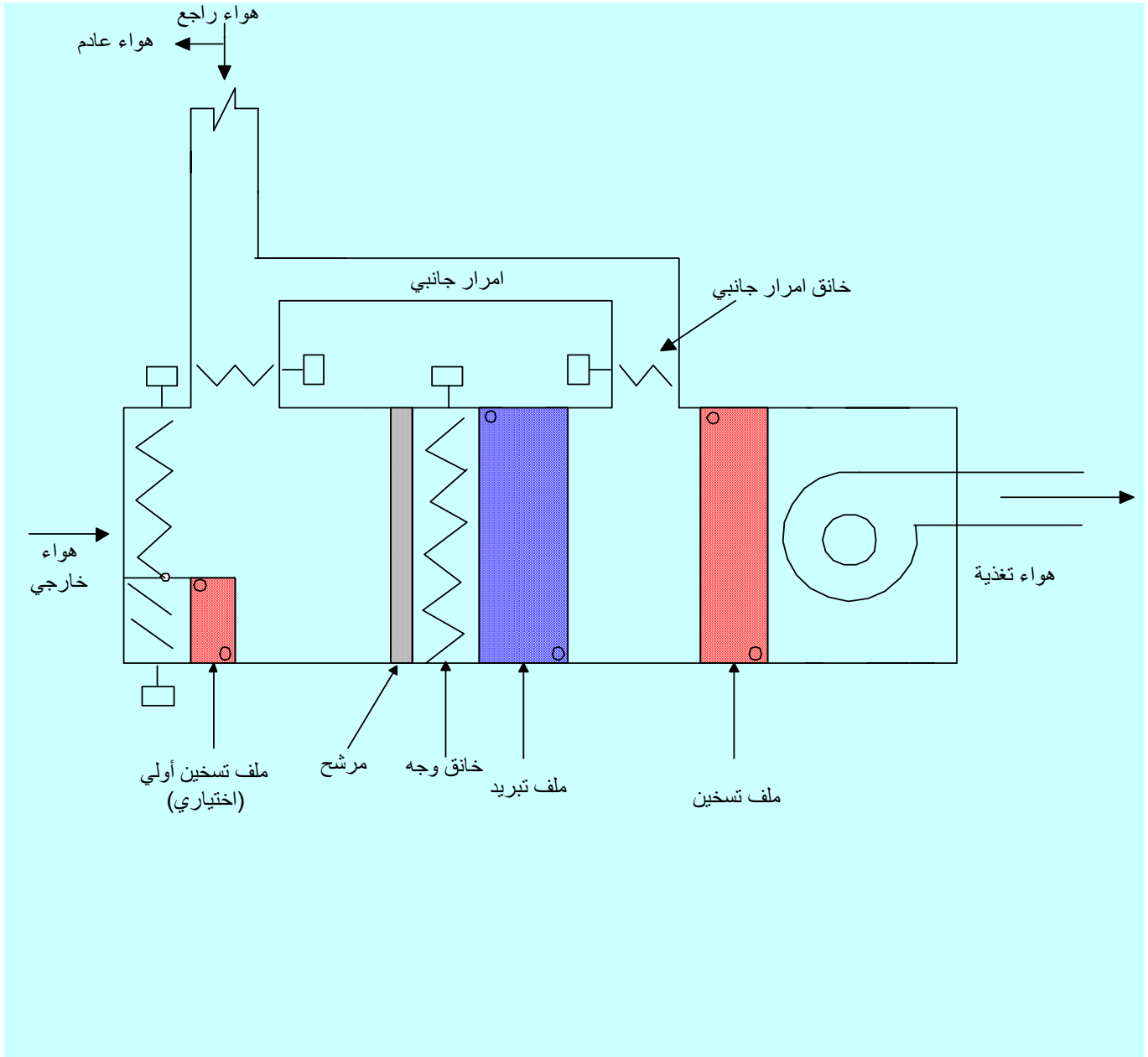
(ب)

شكل (٢ - ١): نظام تكييف هواء كلي تقليدي ذو مجرى واحد

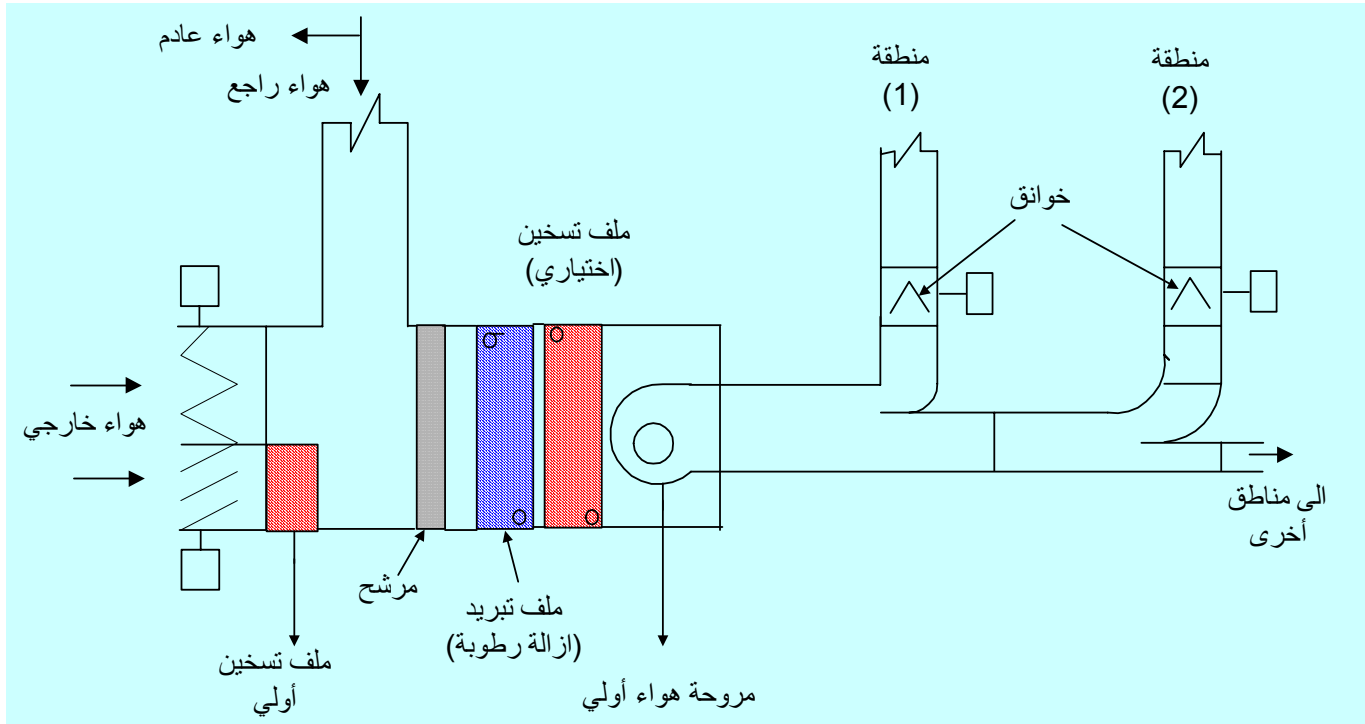
(ثابت الحجم متغير درجة الحرارة)

(ب): العمليات السيكروميتريية صيفاً وشتاءً

(أ): مكونات النظام



شكل (٢ - ٢): نظام هواء كلي تقليدي (منطقة واحدة) يستخدم خوانات وجه وإمرار جانبي



شكل (٢ - ٣): نظام هواء كلي تقليدي يستخدم خوانق تحكم في حجم الهواء لعدة مناطق (نظام متغير الحجم ثابت درجة الحرارة)

مزايا النظام

- البساطة (Simplicity).
- هذه الأنظمة سهلة التصميم والتركيب والتشغيل.
- قلة التكلفة الابتدائية (Low initial cost)
- الاقتصاد في التشغيل (Economy of operation)
- ذلك أن الهواء الخارجي وحده يمكن أن يغطي احتياجات التكييف في الظروف المناخية المعتدلة فهذا يؤدي إلى ترشيد استخدام التبريد بالإضافة إلى أنه في أغلب الأحيان تكون الأماكن التي يخدمها هذا النظام محدودة وبالتالي فإن عمل النظام يكون مقتصرًا على أوقات محددة.
- التشغيل الهادئ (Quiet operation)
- حيث إن جميع الأجهزة الميكانيكية يتم تركيبها في أماكن بعيدة.
- مركزية الصيانة (Centralized Maintenance)
- نجد أن ماكينات التبريد ووحدات مناولة الهواء توجد في مكان واحد الأمر الذي يجعل عمليات الصيانة مركزة في غرفة الماكينات.

٢- نظام إعادة التسخين (Reheat system)

يهدف هذا النظام إلى التحكم في درجة حرارة الهواء لأماكن مختلفة أحمالها غير متساوية. يتم إعادة تسخين الهواء بواسطة البخار، الكهرباء أو الماء الساخن خلال الوحدات الطرفية المتواجدة في الأماكن المراد تكييفها. الشكل (٢ - ٤) يوضح النظام والعملية السيكرومترية لإحدى المناطق. عادة يتم تثبيت الوحدات الطرفية في المسالك الهوائية الفوقية أو أسفل الشبائيك وتتم التغذية الأولية للهواء عن طريق وحدة مركزية تسمح بأكبر حمل تبريد. يعمل ثيرموستات الوحدة الطرفية على تشغيل أنظمة إعادة التسخين إذا قلت درجة حرارة الهواء عن الدرجة المفروضة.

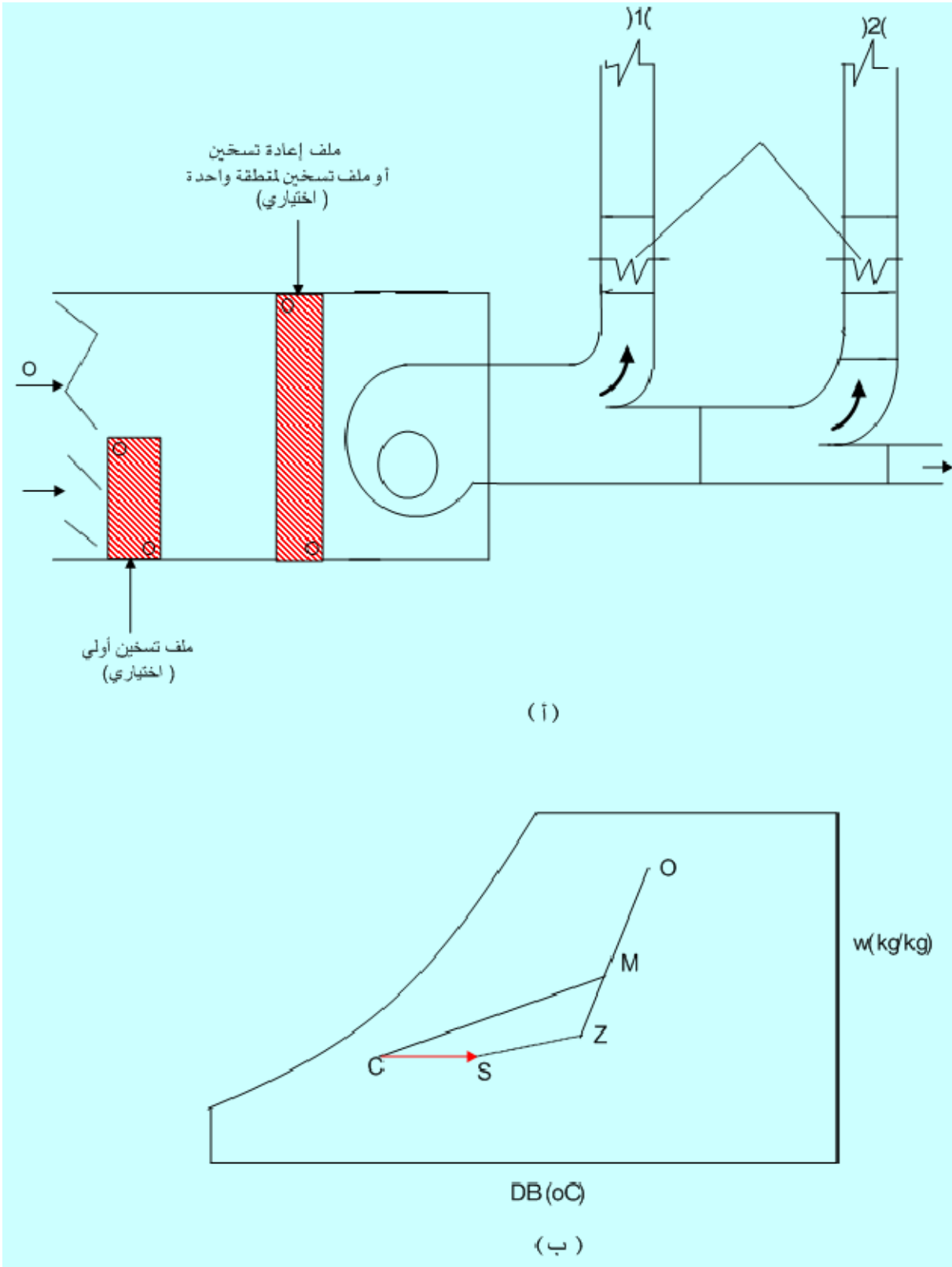
توصي الجمعية الأمريكية للتبريد والتكييف (ASHRAE) بعدم استخدام أنظمة إعادة التسخين إلا عند الضرورة القصوى وذلك تمشياً مع مبادئ ترشيد الطاقة.

٣- نظام الهواء الكلي الحثي ذو الحجم الثابت (Constant volume induction system)

يناسب هذا النظام العديد من التطبيقات خصوصاً المباني المتوسطة والصغيرة متعددة الغرف. حيث إن الغرف والأماكن الكبيرة يتم تكييفها من محطة تكييف مركزية، ويستخدم هذا النظام غالباً في المباني الأفقية التي تكون فيها نسبة مساحة الأرضية إلى الارتفاع عالية، مما يلزم استخدام مجاري هواء وإمداد أنابيب أفقية.

يناسب هذا النظام أيضاً التطبيقات ذات الأحمال الكامنة العالية كالمدارس والمعامل والفضائق والمستشفيات والشقق وكذلك المكاتب التي تتوفر فيها خدمة الماء الحار أو البخار.

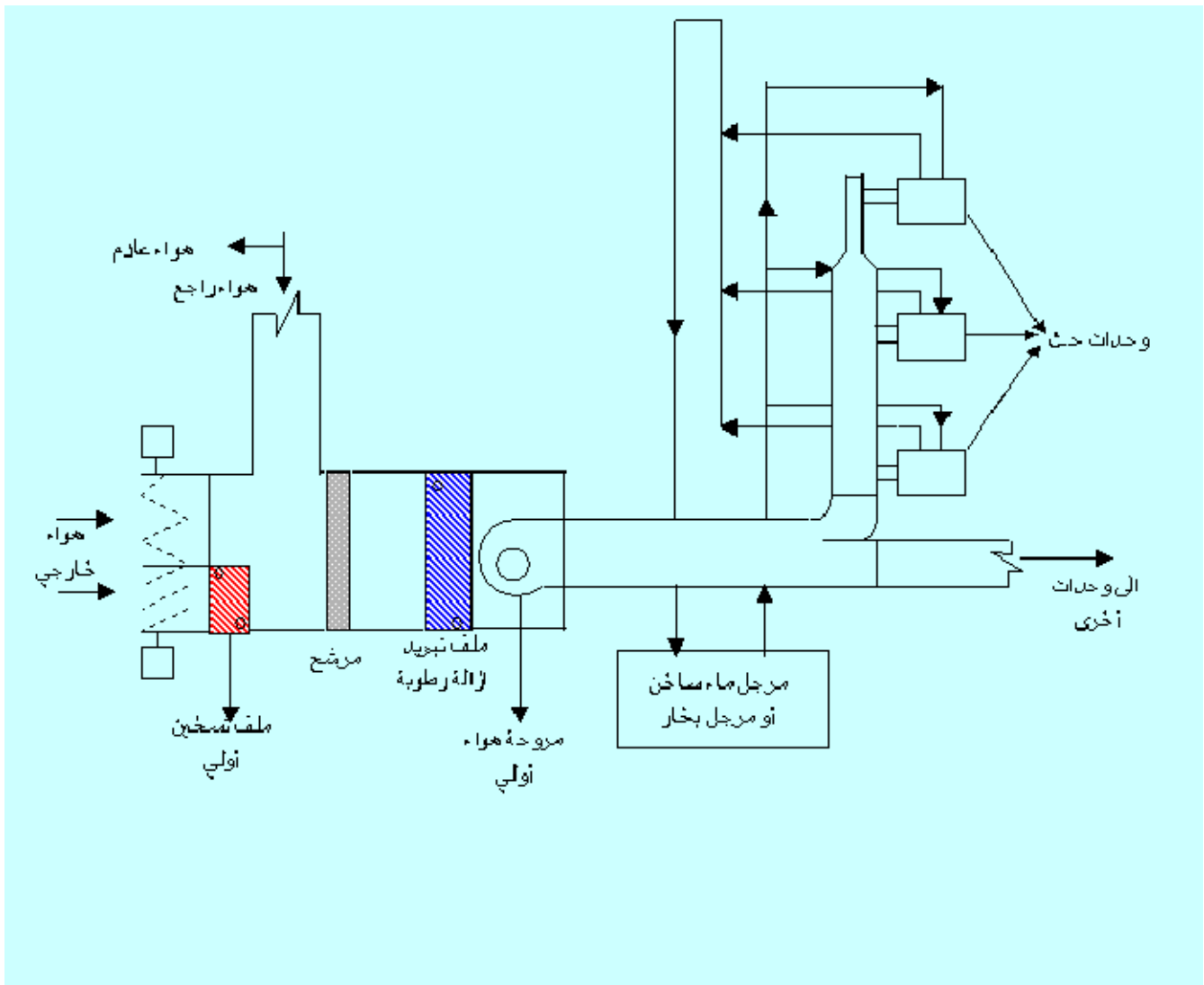
يستثنى في تطبيق هذا النظام المدارس التي تحتاج إلى تدفئة و تهوية وربما التحويل إلى تكييف كامل مستقبلاً، في هذه الحالة يلزم إضافة ماكينة تبريد وملفات تبريد وتوصيل أنابيب. الشكل (٢ - ٥) عبارة عن مخطط للنظام يحتوي على محطة مركزية لتكييف الهواء تحتوي على مرشحات، ملفات تسخين



شكل (٢ - ٤): نظام إعادة تسخين يستخدم ملفات إعادة تسخين منفصلة
(أ): مكونات النظام (ب): العمليات السيكروميتريّة

أولي، مزيل رطوبة، خامد للصوت، ماء مثلج بالإضافة إلي مصدر ماء حار أو بخار. (على المتدرب ملاحظة الفرق بين هذا النظام ونظام وحدة الحث الهوائي المائي).

في النظام المذكور يتم دفع كميات من الهواء البارد إلى الوحدة. هذا الهواء يرمز إليه بالهواء الأولي (Primary air) وهو الذي يقوم بتغطية احتياجات الغرفة من التبريد، الترطيب أو إزالة الرطوبة والتهوية، هذا الهواء يحث هواء الغرفة الذي يتم تسخينه بواسطة ملف التسخين لإعطاء درجة الحرارة المطلوبة صيفا وشتاء.



شكل (٢- ٥): نظام هواء كلي حثي ذو حجم ثابت

ووءة الءء (Induction unit)

تم تصميم ووءة الءء لتستخدم مع الآتي:

(أ) ءهاز تكييف كامل (نظام الهواء - الماء)

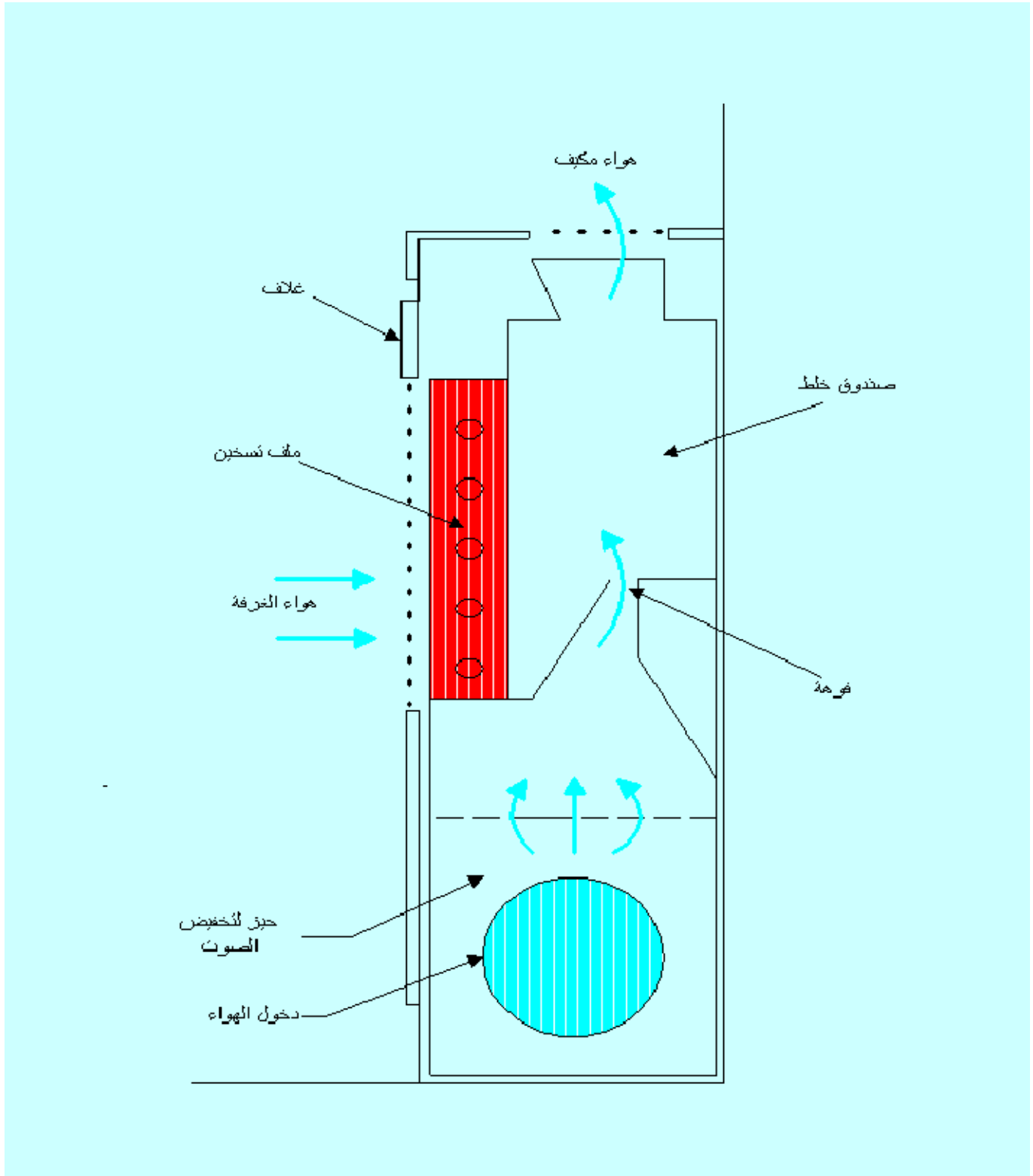
(ب) ءهاز تسخين وتهوية فقط (نظام ءئي ذو ءجم ثابت)

يوضح الشكل (٢ - ٦) المكونات الأساسية لووءة الءء التي تستخدم للتسخين والتهوية فقط وهي:

- مدءل هواء أولي
- صندوق ءامء للصوت.
- فوهة
- ملف تسخين.

مزايا النظام:

- التحكم في ءرءة الءرارة لكل ءرفة.
- ءيء إن كل ءرفة تعتبر منطقة (Zone) لووءها.
- التصميم السهل لنظام الهواء.
- مركزية هواء التغذية الأولي.
- يكون ءجم الهواء ثابتا ويتم تغذية الهواء الأولي من محطة مركزية واءة لءميع الءرف الءاءلية والءارءية.
- بساطة نظام التحكم.
- التشغيل الاقتصاءي.
- ءم الءاءة إلى ماكينات التبريد في ءالة الظروف المناءية المعتءلة.
- التحكم في التهوية، ءءفيف الروائء، ءركة الهواء الثابئة.
- هءوء التشغيل وذلك لبعء المراوح عن الووءة.



شكل (٢- ٦): وحدة حث تستخدم للتسخين والتهوية فقط

٤- نظام الوحدة متعددة المناطق (Multi-zone unit system)

يتكون نظام الهواء الكلي للوحدة متعددة المناطق من ملفات التبريد والتسخين على التوازي ويعطي حجم ثابتاً للهواء مع ثبوت درجة الحرارة.

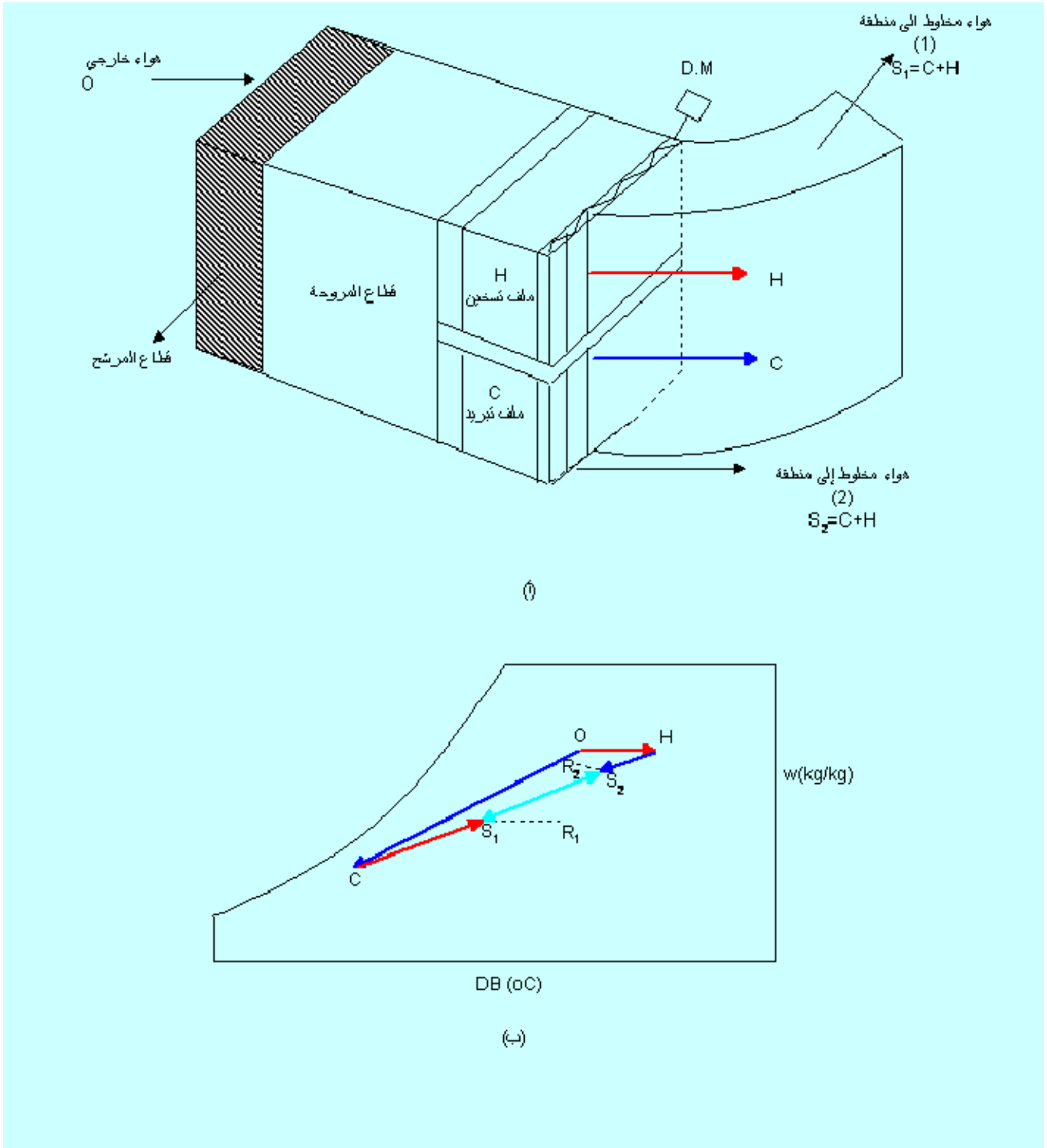
تكون الوحدة متعددة المناطق عادة على شكل وحدة يتم تجميعها في المصنع أو في الموقع ولكن في أغلب الأحيان يتم تجميعها في المصنع. تشتمل الوحدة على صندوق خلط، مرشح، مروحة، وصندوق يحتوي على ملفات التبريد والتسخين مع غرف للهواء البارد والساخن ومجموعة من خوانات الخلط تقوم بخلط الهواء البارد والحر بالنسب المطلوبة ومن ثم يتم دفع الهواء المخلوط عبر مجاري للهواء إلى المناطق المختلفة كما هو موضح في الشكل (٢- ٧).

يستخدم هذا النظام في الحالات التالية:

- المباني التي تحتوي على عدد من المناطق الصغيرة والكبيرة والتي تحتاج إلى تحكم منفصل في درجات الحرارة مثل المدارس ومجمعات المكاتب والمناطق الداخلية ذات الطوابق المفتوحة على بعضها لمبنى متعدد الطوابق.
- المباني التي تحتوي على مناطق في اتجاهات مختلفة وكذلك أحمال داخلية مختلفة مثل المباني التي تستعمل الطابق الأرضي كبنك.
- المباني ذات المناطق الداخلية مختلفة الأحجام كأستديوهات الراديو والتلفزيون.

مزايا النظام

- التحكم في درجة حرارة المناطق أو المكان الذي يعتبر كمنطقة منفصلة. حيث يتم تغذية كميات الهواء عند درجة الحرارة المطلوبة.
- سهولة الحصول على أقل حجم للوحدة. يمكن الحصول على وحدات تناسب المناطق مجمعة من المصنع أو تلك التي يتم تجميعها في الموقع ويمكن أن تناسب جميع المتطلبات.
- سهولة تبديل التشغيل. التغيير من الصيف إلى الشتاء والعكس يمكن الحصول عليه عن طريق التشغيل والإيقاف اليدوي من محطة التبريد.
- سهولة توزيع الهواء وموازنته. استخدام مجرى هواء واحد فقط مع مخارج ونواشر للهواء يجعل النظام سهل الموازنة.



شكل (٢ - ٧): نظام وحدة هواء كلي متعددة المناطق

(ب): العمليات السيكروميتريّة للمنطقتين

(أ): مكونات النظام

- مركزية معدات التبريد.
- مركزية الصيانة.

- التشغيل الاقتصادي.
- يمكن استخدام جميع الهواء الخارجي عند انخفاض درجة الحرارة لتغطية أحمال التبريد الأمر الذي يوفر في استعمال ماكينات التبريد.
- التشغيل الهادئ. جميع المراوح والأجهزة المتحركة الأخرى يتم وضعها عن بعد.

٥- نظام المجرى الثنائي (Dual duct system)

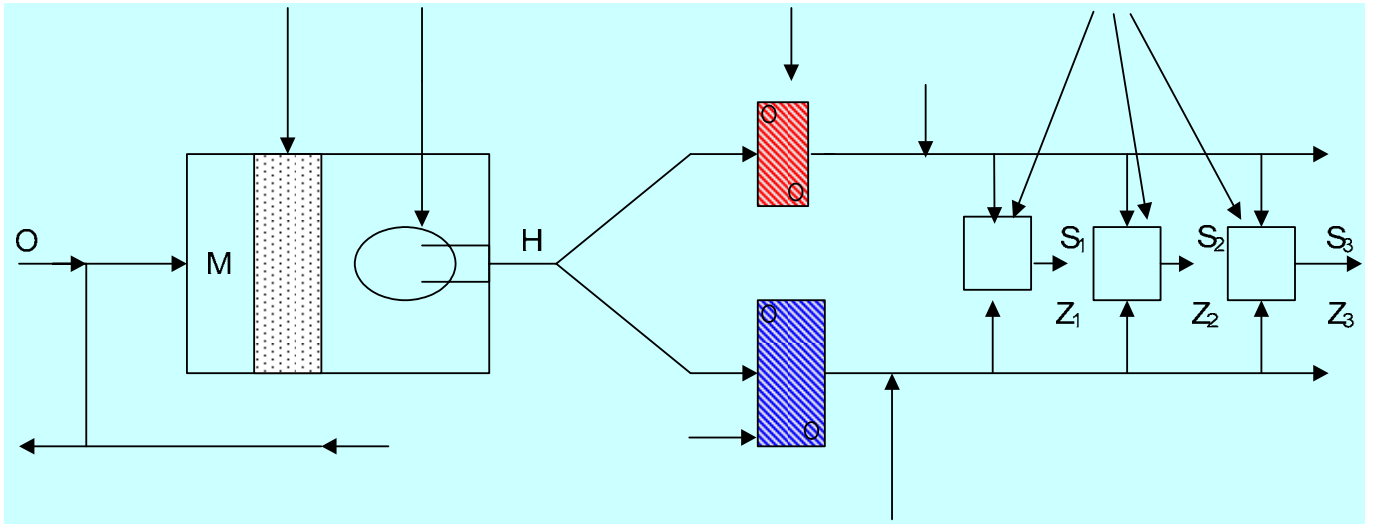
يوفر نظام الهواء الكلي ثنائي المجرى التحكم في درجة الحرارة للأماكن والمناطق المراد تكييفها كلاً على حدة، ويمكن الحصول على التحكم في درجة الحرارة عن طريق تزويد صندوق الخلط بهواء من مجريين للهواء كلاهما عند درجتى حرارة مختلفتين أحدهما ساخن والآخر بارد. يقوم صندوق الخلط بخلط الهواء البارد والحرار بنسب حسب ضبط الثيرموستات الموجود في المكان أو المنطقة.

الاستخدام الشائع لهذا النظام هو المباني متعددة الغرف ولكن الكثير من الأنظمة تم استخدامها في المكاتب، الفنادق، الشقق السكنية، المستشفيات، المدارس والمعامل الكبيرة.

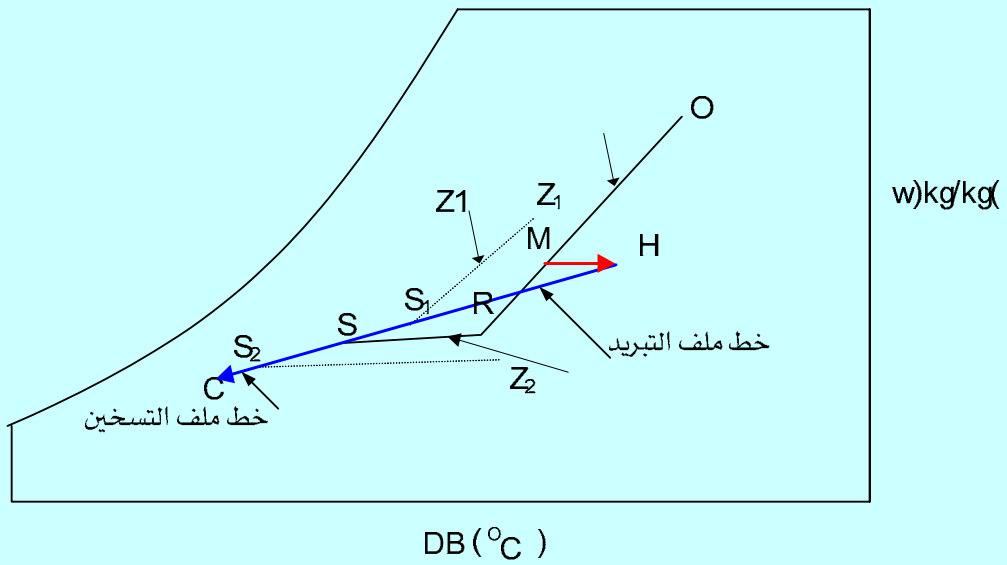
يكون التصميم الجيد لنظام المجرى الثنائي للمباني متعددة الغرف والتي تمتاز بالتغير الكبير في الحمل الحراري المحسوس كافياً للتغلب على مشكلة الحمل المحسوس. الشكل (٢- ٨) يوضح النظام ثنائي المجرى والعملية السيكرومترية لعدد من المناطق والتي تشتمل على عملية تسخين محسوس نتيجة للمروحة (M-H) ثم تبريد في ملف التبريد (H-C) ومن ثم عملية التسخين في صندوق الخلط (C-S).

مزايا النظام:

- التحكم المنفصل في درجة الحرارة.
- حيث إن توفر الهواء البارد والحرار في نفس الوقت يسهل المرونة والاستجابة السريعة لدرجة الحرارة.
- سهولة الحصول على أقل حجم للوحدة.
- تقليل عدد المناطق التي تخدمها المحطة المركزية نسبة لتوفر التبريد والتسخين عند كل نهاية في نفس الوقت.
- سهولة تبديل التشغيل من الحرار إلى البارد والعكس.
- يتم ضبط ثيرموستات المكان أو المنطقة مرة واحدة على مدار العام. تشغيل وإيقاف ماكينات التبريد والمراجل يتم فقط عندما تتغير درجة الحرارة للهواء الخارجي بشكل كبير.



(أ)



(ب)

شكل (٢ - ٨): نظام ثنائي المجري

(ب): العمليات السيكروميتريّة

(أ): مكونات النظام

- مركزية معدات التكييف والتبريد. حيث إن خدمات الكهرباء ، الماء ، التصريف تكون فقط في محطة الماكينات وليس في أجزاء المبنى.
- مركزية الخدمة والصيانة.
- مركزية مداخل الهواء الخارجي.

يقبل احتمال دخول الرياح والأمطار من الخارج مما يسهل التعامل المعماري مع المبنى.

- كفاءة المرشحات.
- حيث إن ترشيح الهواء يتم مركزياً فيمكن الحصول على كفاءة أعلى وبصورة اقتصادية لتلبية المتطلبات
- التشغيل الاقتصادي.
- هدوء التشغيل.
- جميع المراوح والأجهزة المتحركة توجد في مكان بعيد عن المناطق المكيفة.
- مرونة تصميم نظام الهواء.
- اختيار سرعات الهواء المتوسطة والعالية ممكن على أساس اقتصادي وحسب متطلبات المبنى.

سلبيات النظام

- استخدام المسالك الهوائية المنفصلة يعمل على زيادة التكلفة الأولية مقارنة بالأنظمة الأخرى.
- دقة التحكم تحتاج إلى وحدة مناولة كبيرة وهذا بدوره يؤثر على التكلفة الكلية للنظام.
- يستهلك كميات أكبر من الطاقة، وعليه في الوقت الحالي لا ينصح باستخدام نظام المسالك الثنائية تمشياً مع مبادئ ترشيد الطاقة.

٦- نظام حجم الهواء المتغير وثبات درجة الحرارة [Variable air volume system (VAV)]

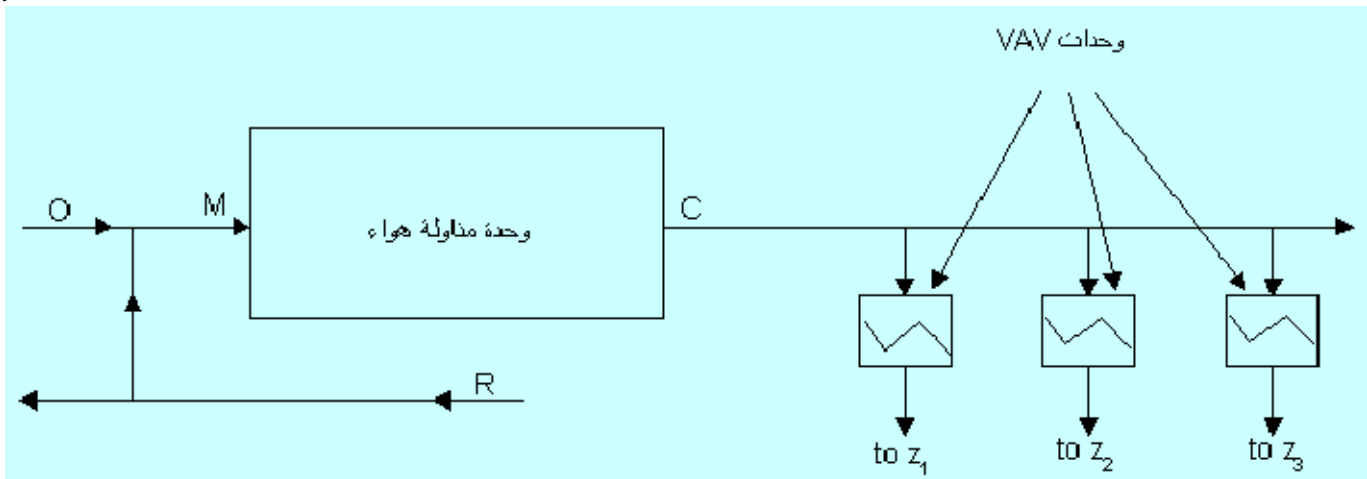
يسمح هذا النظام بتغيير الأحمال الحرارية عن طريق تغيير معدلات الهواء خلال الوحدة الطرفية (Terminal unit) الموجودة داخل المكان المكيف، من مزايا هذا النظام قلة كل من التكلفة الابتدائية وتكلفة التشغيل نسبة لأن حجم الهواء يتطلب تحكماً بسيطاً في حدود 20% لمخارج الهواء. يستخدم هذا النظام مع الأحمال الحرارية الثابتة على مدار العام مثل المخازن التجارية، المباني المكتبية، الفنادق، المستشفيات، المساكن والمدارس. الشكل (٢-٩) يوضح وحدات هواء متغيرة الحجم (VAV units) والشكل (٢-١٠) يوضح نظام هواء متغير الحجم.

مزايا النظام

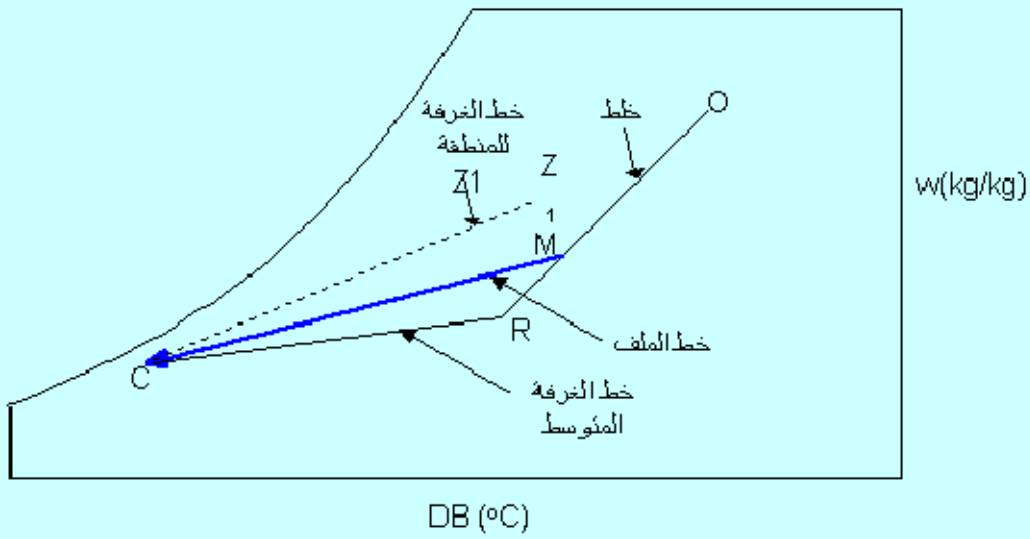
- التحكم المنفصل في درجة حرارة الغرفة.
- قلة التكلفة الأولية.
- التشغيل الاقتصادي.
- الصيانة والخدمة المركزية.
- بساطة الأداء.



شكل (٢ - ٩): وحدات طرفية متغيرة الحجم (VAV units)



(أ)



(ب)

شكل (٢- ١٠): نظام هواء كلي متغير الحجم

(أ): مكونات النظام

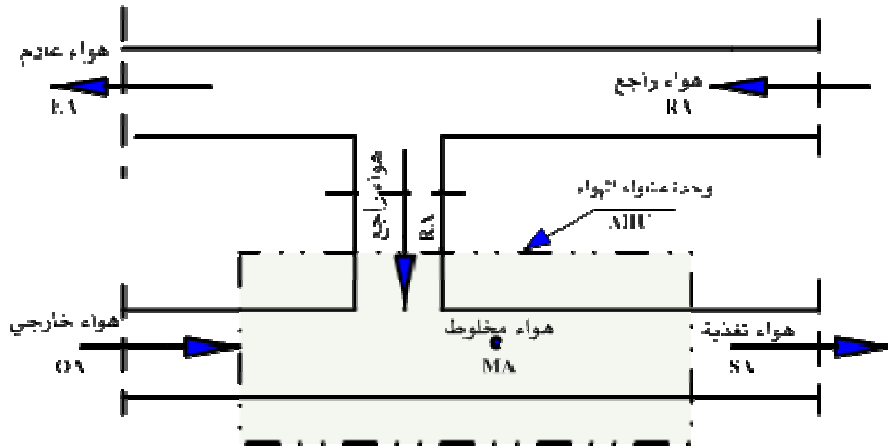
(ب): العمليات السيكروميتريّة

وحدات مناولة الهواء: Air Handling Units (AHU'S)

تعمل وحدة مناولة الهواء على تجميع و خلط الهواء الخارجي (بعد التنقية) مع الهواء الراجع ومن ثم تتم العمليات السيكمرومترية اللازمة له. بعد ذلك يتم طرد أو سحب الهواء المكيف إلى المكان المراد تكييفه. تستعمل هذه الوحدات للسعات التي تزيد عن $50 \frac{m^3}{s}$ ($\approx 100000 \text{ CFM}$) من الهواء.

المكونات الأساسية لوحدة مناولة الهواء :

- مروحة التغذية Supply Fan
 - محرك المروحة Fan Motor
 - ملف التبريد : ملفات التبريد التي قد تتواجد في وحدة المناولة عبارة عن ملفات تبريد يمر بها الماء البارد من وحدات مثلجات المياه (Chillers) أو رشاشات المياه.
 - الفلاتر Filters: يوضع المرشح عادة على جانب السحب للمروحة قبل ملف التبريد وإزالة الرطوبة أو بين ملف التبريد وملف التسخين الأولي إذا وجد كما يفضل وضعه بعد المروحة إذا كان من النوع ذي الكفاءة العالية.
 - صندوق الخلط Mixing Box: تقوم مروحة الهواء الراجع (مروحة طرد مركزي) بسحب الهواء من الحيز المكيف خلال مجرى الهواء الراجع . يتم طرد بعض من الهواء للخارج خلال خوانق هواء العادم وبقية الهواء يرجع إلى الحيز من خلال وحدة المناولة ليلاقي الهواء النقي ليتم خلطه في صندوق الخلط. يمر الهواء الخارجي أولاً خلال الفلاتر للتنقية. انظر الشكل (٢ - ١١).
 - الخوانق Dampers
 - ملفات للتسخين أو ملف للتسخين الأولي أو الاثنين معاً Heating or Preheating Coils or Both :
 - يكون سخان الأولى قبل ملفات التبريد والتسخين ومهمته منع تجمد الماء داخل الملفات عند الأحوال الباردة.
 - المرطب Humidifier:
 - مضخات المياه Centrifugal Pumps
 - نظم التحكم Control Systems
 - جسم وحدة المناولة: Casing
- انظر الشكلين (٢ - ١٢) ، (٢ - ١٣)



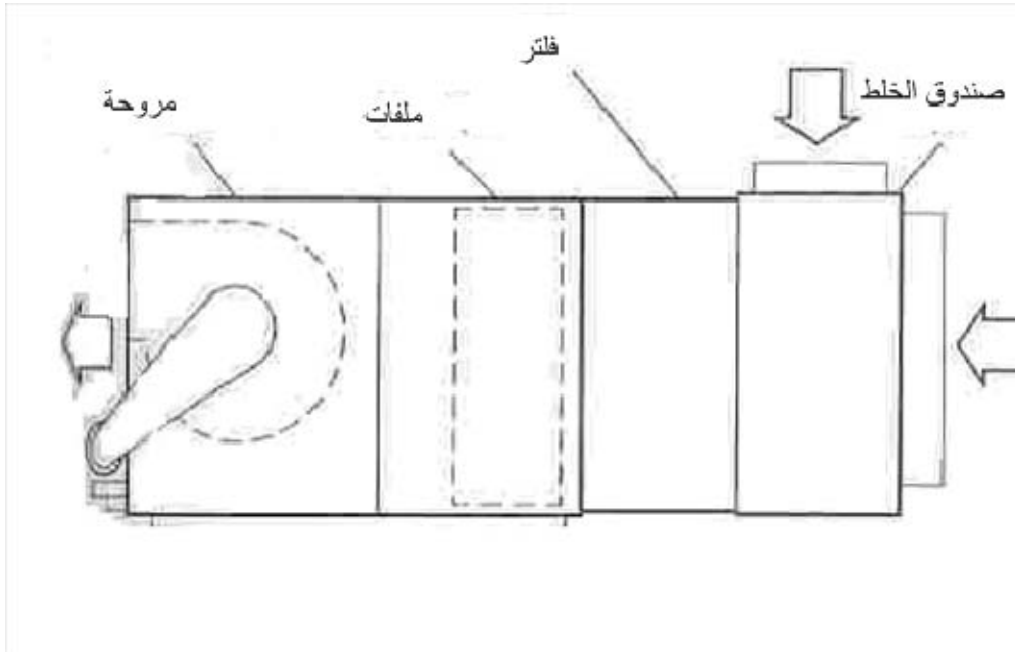
شكل (٢- ١١): يوضح عملية خلط الهواء في وحدة المناولة

تصنيف وحدات مناولة الهواء: Classification of AHU

يتم تصنيف AHU حسب الآتي :-

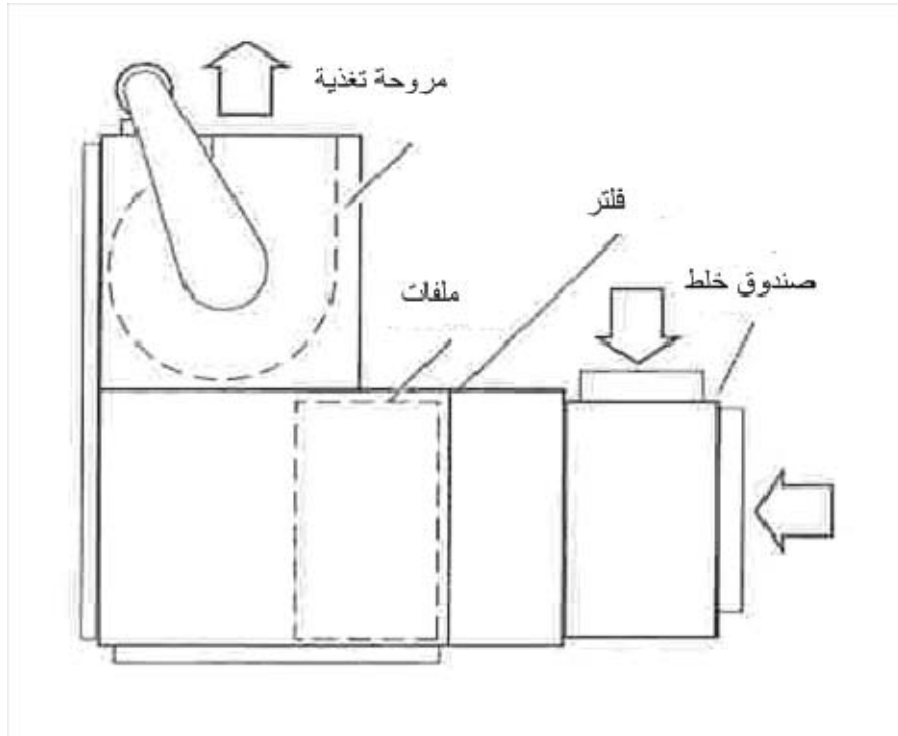
١- الشكل Structure

تكون وحدات مناولة الهواء إما أفقية الشكل أو رأسية الشكل. في الوحدة الأفقية تكون كل من مروحة التغذية ، ملفات التبريد والتسخين وخلافه في وضع أفقي. الوحدات الأفقية تحتاج إلى مساحات أرضية واسعة وغالباً ما تكون كبيرة الحجم وذات ساعات عالية ويتم تركيبها عادة في حجرة المعدات (Plant Room) في حين أن الوحدات الأفقية الصغيرة الحجم يمكن تعليقها من السقف. يجب عمل الاحتياطات اللازمة من ناحية الضوضاء بالنسبة للوحدات الداخلية. انظر الشكل (٢- ١٢).



شكل (٢ - ١٢): يوضح مكونات وحدة مناولة هواء أفقية

وفي الوحدات الرأسية يكون مستوى مروحة التغذية أعلى من مستوى الملفات والمرطب والفلتر... الخ . تحتاج الوحدات الرأسية إلى مساحة أرضية صغيرة. وتكون ذات ساعات منخفضة. وغالباً ما تركيب في حجرة المعدات (Plant Room). انظر الشكل (٢ - ١٣).



شكل (٢ - ١٣): يوضح مكونات وحدة مناولة هواء رأسية

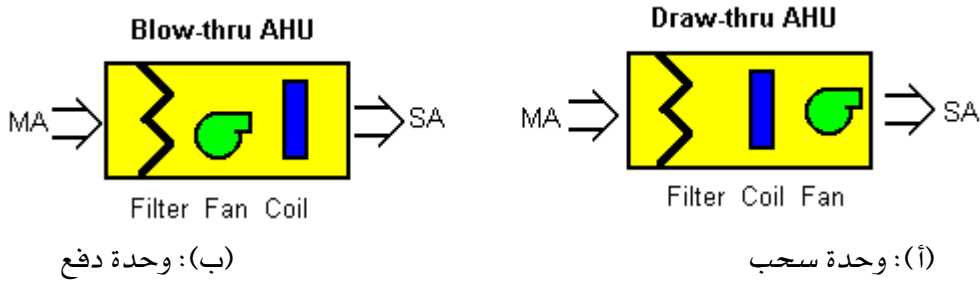
٢- الموقع Location

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

٣- خصائص التكييف Conditioning Characteristics

يتم تصنيف وحدات مناولة الهواء إلى وحدات دفع ووحدات سحب Draw- Through or Blow -Through Units تستخدم وحدات الدفع حيث تعمل المروحة على دفع الهواء خلال ملفات التبريد لأن فقد الاحتكاك في المروحة يزيد من درجة حرارة الهواء بحيث يمكن تبريد الهواء بعد ذلك بملف التبريد بالإضافة إلى مقدرتها على التغلب على فاقد الاحتكاك نتيجة لملفات التبريد والتسخين والمرطبات... الخ أما نوع وحدات السحب حيث يمر الهواء أولاً خلال ملفات التبريد قبل سحبه بواسطة المروحة. هذا النظام هو الغالب الأعم حيث إن الفلاتر والملفات تتطلب سرعة هواء صغيرة ومجاري كبيرة مقارنة بسرعات كبيرة ومجاري صغيرة خلال المروحة . العيب الوحيد لهذا النظام هو أن صوت المروحة يمكن أن ينتقل إلى الحيز المكيف .

عادة يوضع ملف التسخين قبل ملف التبريد Ahead of The Cooling Coil ليمنع تجمد المياه في الشتاء. في النظام ثنائي المسالك ونظام متعدد المناطق ملفات التبريد والتسخين توضع على التوازي. أيضا يوجد تنسيق بوضع نظام الإمرار الجانبي Face-&-Bypass Concept. هذا النظام يساعد كثيراً في التحكم بالرطوبة عند الحمل الجزئي. بعض وحدات مناولة الهواء يتم تصنيعها في الموقع والبعض الآخر يتم تجميعها في المصنع. انظر الشكل (٢- ١٤).



شكل (٢- ١٤): يوضح أنواع وحدات مناولة الهواء

خلاصة:**أنظمة الهواء الكلي (ALL-AIR SYSTEMS)**

في هذه الأنظمة يتم فقط دفع الهواء البارد أو الساخن إلى المكان المراد تكييفه عبر مجاري للهواء Ducts وتوزيعه خلال ل مخارج للهواء أو مخارج خلط طرفية .

تصنف هذه الأنظمة على النحو التالي:

- ١- أنظمة تقليدية (Conventional system) وتشمل النظم التالية حسب الطريقة التي يتم بها التحكم في درجة حرارة الغرفة.
 - نظام ثابت الحجم متغير درجة الحرارة.
 - نظام متغير الحجم ثابت درجة الحرارة.
- ٢- نظام إعادة التسخين (Reheat system)
- ٣- نظام الحث ثابت الحجم (Constant volume induction system)
- ٤- نظام الوءءة متعددة المناطق (Multi-zone unit system)
- ٥- نظام المجري الثنائي (Dual duct system)
- ٦- نظام الحجم ذو الهواء المتغير [Variable air volume system (VAV)] وتضم هذه الأنظمة بعض معدات التكييف كوءءة مناولة الهواء ووحدات الحث.

اسم الوحءة: أنظمة التكففء المرءزف وتطففءاءها

الجءارة: وصف أنظمة الماء الكلف للتمففء بففءا ومعرفة مزافا واستءءاءاء كل منها.

الأهءاف:

عءءا تكمل هذه الوحءة تكون قاءراً على: .

١. رسم مءطط نظام مائف مع أنفوب راءع مباءر.
٢. رسم مءطط نظام مائف مع أنفوب راءع عكسف.
٣. استءءاءاء كل من نظام الأنفوب الواحد ، الءلاف الأنفوب والرباءف الأنفوب. والفروق بففءا.
٤. مزافا وسلففاء كل نظام.

مستوى الأءاء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إءقان هذه الجءارة عن ٩٠٪.

الوقت المءوقع للتءرفب:

٤ ساءاء ءراسفة

الوسائل المساءة:

اسءءءاء الءعلفماء فف هذا الفصل.

مءطباء الجءارة:

طالما أنه لا فوءء شفف قبل هذه المهمة ففجب الءءرب على الجءارة لأول مرء.

الفصل الثاني: أنظمة الماء الكلي

All-Water Systems

التصنيف الثاني لأنظمة التكييف المركزي هو النظام المائي الكلي (All-water system) حيث يستخدم هذا النظام الماء فقط للتبريد أو التسخين.

نظام وحدة الملف – مروحة (Fan-coil unit system)

يستخدم نظام الماء الكلي وحدات ملف – مروحة (الفان – كويل)، حيث يسري خلال ملف الوحدة ماء بارد أو ساخن سبق تجهيزه في الغرفة المركزية للتبريد. يتم التحكم في درجة حرارة الهواء بواسطة التحكم في معدل سريان الماء خلال الملف عن طريق صمامات تحكم.

يعتبر نظام التكييف الذي يستخدم وحدات الفان – كويل الأرخص والأوسع انتشارا في الوقت الحاضر في الفنادق، المباني المكتبية والمراكز الطبية.

مزايا النظام

- قلة التكلفة.
- لا يحتاج إلى مسالك هوائية.
- لا يشغل حيزا كبيرا.
- سهولة التركيب.

عيوب النظام

- لا يوفر التحكم الجيد في رطوبة الهواء للغرفة.
- إجراء الصيانة داخل الأماكن المكيفة.
- تكون البكتيريا في مواسير المياه.
- تأثر تهوية الغرف بسرعة الرياح، الأمطار وتسرب الحشرات خلال الفتحات الحائطية.

وحدة الملف - مروحة (Fan-coil unit)

يوضح الشكل (٢- ١٥) مكونات الوحدة ويوضح الشكل (٢- ١٦) وحدة ملف مروحة تركيب على أرضية الغرفة تعمل المروحة على سحب الهواء من الغرفة ودفعه خلال الملف وإعادته للغرفة. تتم تغذية الملف بالماء البارد أو الساخن. يتم تركيب وحدة الملف - مروحة أسفل النوافذ في نظام محيطي أو عند الأسقف بالقرب من الممرات كما يتم التحكم في درجة حرارة الهواء بالتحكم في معدل سريان الماء خلال الملف وسرعة المروحة.

مزايا الوحدة

- التحكم المنفصل في درجة حرارة الهواء.
- سريان مؤكد للهواء خلال الغرف.
- التشغيل الاقتصادي.
- صغر أبعاد المسالك الهوائية.

أنواع أنظمة الماء الكلي (Types of all-water systems)

تنقسم أنظمة الماء الكلي إلى قسمين أساسيين حسب توصيلات المواسير المذكورة آنفا لوحدة الفان - كويل:

- نظام الأنبوب الواحد (Single piping system)

في هذا النظام توجد أنبوبتان، أنبوبة واحدة لتغذية الماء البارد أو الساخن لوحدة الملف - مروحة وماسورة واحدة للماء الراجع من الوحدة.

- نظام متعدد الأنبوب (Multi-piping system)

في هذا النظام توجد أنبوبتان لتغذية الماء (البارد و الساخن) لوحدة الملف_مروحة وأنبوبة واحدة للماء الراجع (نظام ثلاثي الأنبوب 3-pipe system) أو أنبوبتان للماء الراجع (نظام رباعي الأنبوب 4-pipe system).

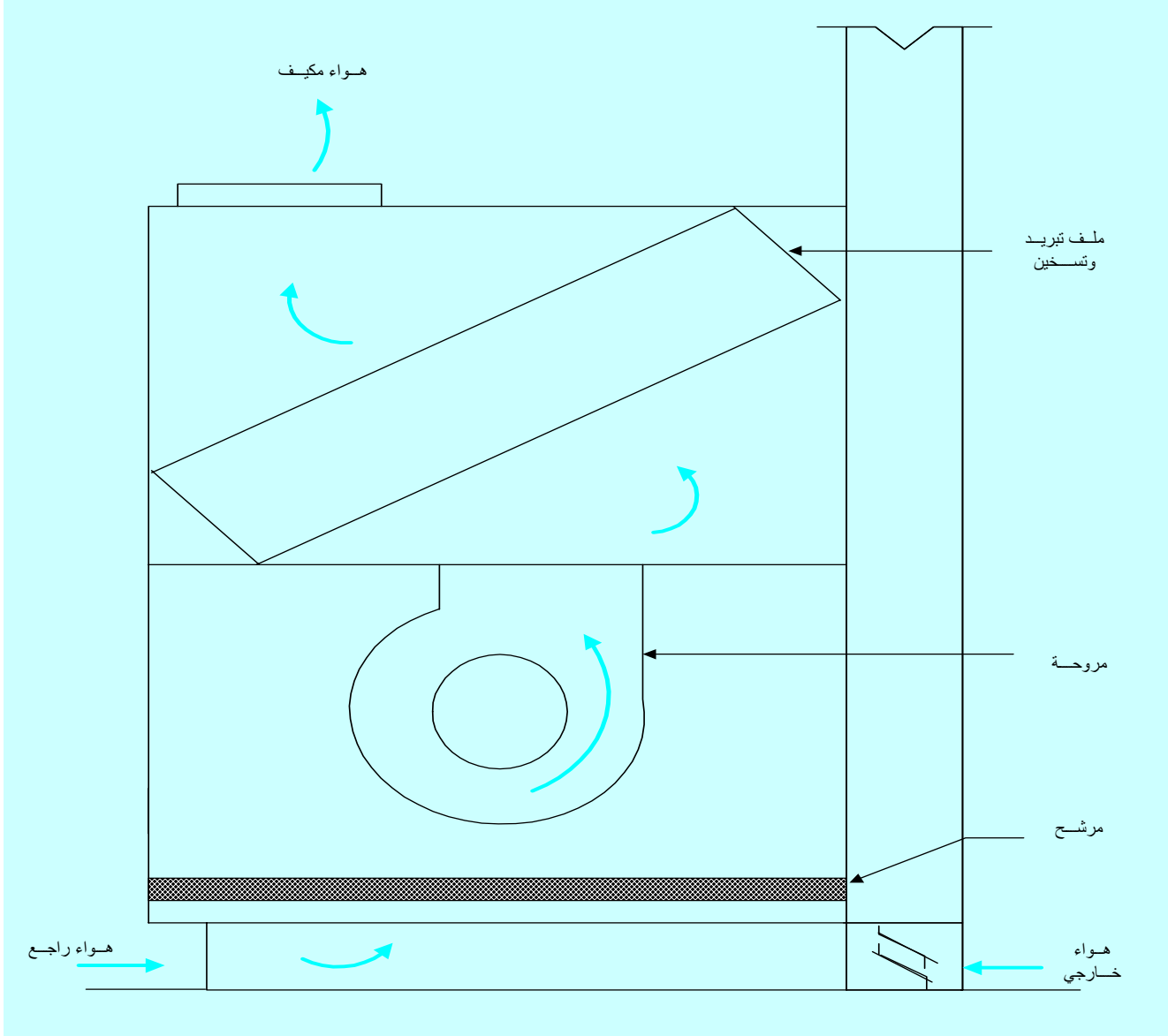
١- نظام الأنبوب الواحد (Single piping system)

عند توصيل وحدتين فان كويل أو أكثر أفقياً أو رأسياً فإن مواسير الراجع يمكن توصيلها بإحدى الطرق التالية:

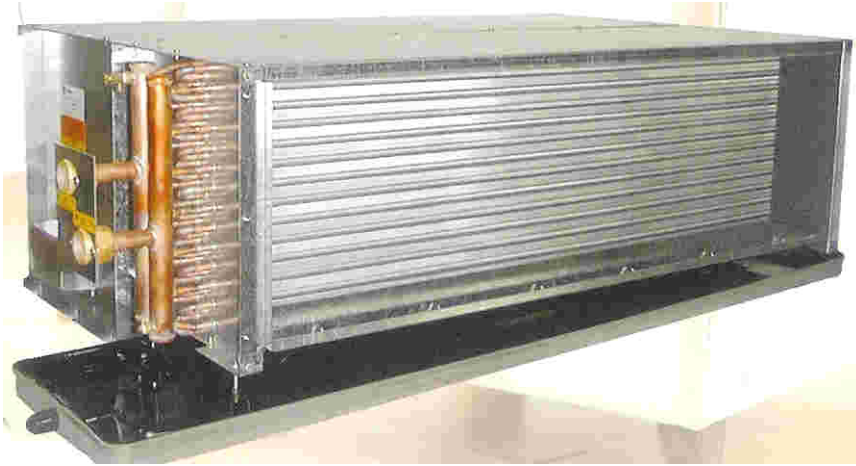
(أ) أنبوب راجع عكسي (Reverse return piping)

يستخدم هذا النظام إذا كانت جميع وحدات الملف_مروحة لها هبوط ضغط متساوي أما إذا كان هبوط الضغط مختلفاً من وحدة إلى وحدة أخرى أو أنها تحتاج إلى صمامات موازنة تنظم سريان الماء عبر كل

وحدة فيكون من الأجدى اقتصاديا استخدام النظام الراجع المباشر (Direct return). الشكل (٢- ١٧) يوضح نظام ملف- مروحة (أنبوبتين) مع راجع عكسي.



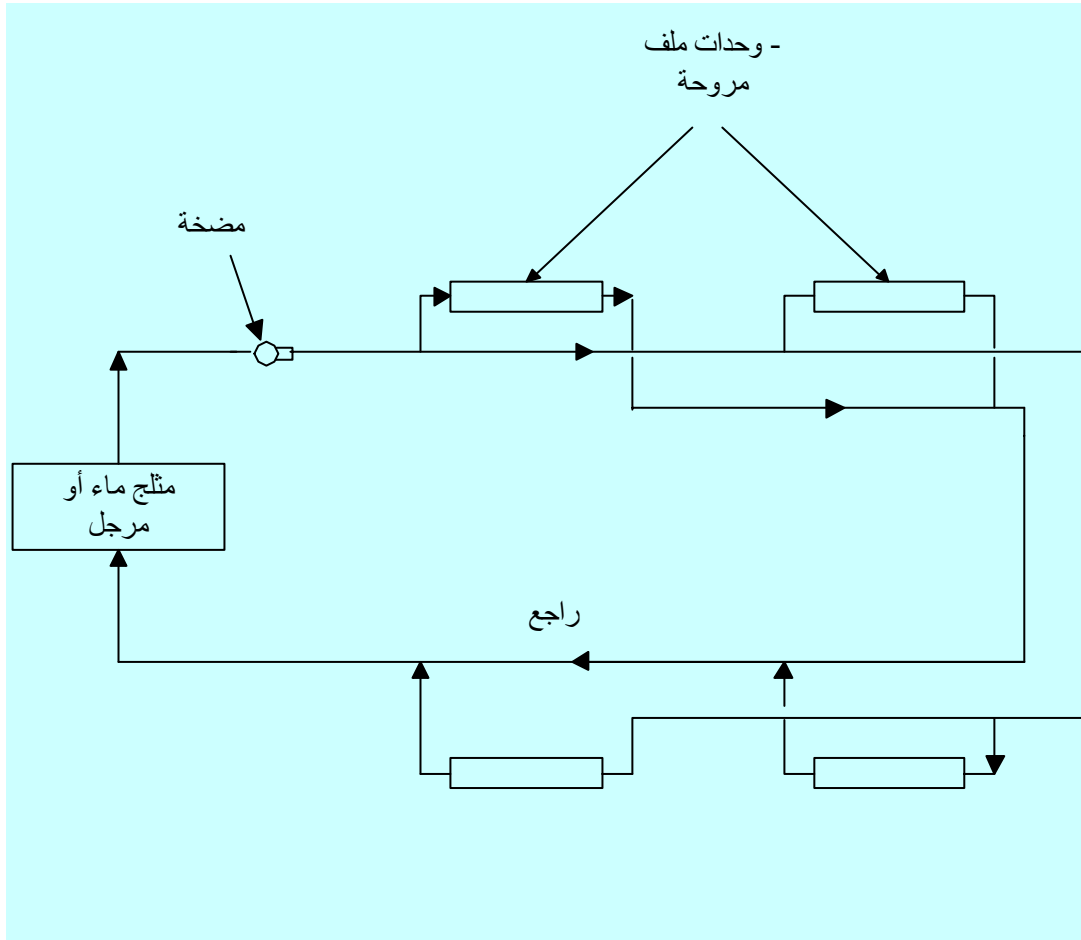
شكل (٢ - ١٥): مكونات وحدة ملف - مروحة



شكل (٢ - ١٦): وءءة ملف - مروءة من النوع المخفي (Concealed Type FCU)

مزايا واستءءامات النظام

- يستخدم في ءالة هبوط الضغط المتساوي عبر وءءات الملف_مروءة.
- يستخدم في أغلب أنظمة المياه المغلقة (Closed systems).
- التصميم الاقتصاءي بالنسبة للمنشآت الجديدة.
- النظام لا يءءاج إلى موازنة لأن طول دورات الماء بين ءطي التغذية والراجع متساوي لجميع الوءءات.



شكل (٢- ١٧): نظام ملف - مروحة (أنبوبتان) مع راجع عكسي

(ب) نظام الأنبوب الراجع المباشر (Direct return piping)

يستخدم نظام الأنبوب الثنائي مع راجع مباشر مع أنظمة الأنبوب المفتوحة (Open systems) وهي أنظمة يسري فيها الماء إلى خزان مفتوح إلى الهواء الجوي كأبراج التبريد وغسالات الهواء ولكن يوصى باستخدام النظام مع الأنظمة المغلقة الدوارة عندما تحتاج جميع الوحدات إلى صمامات موازنة ويكون لها هبوط ضغط غير متساوي. مثال لهذا النظام عدد من وحدات ملف - مروحة موصلة مع بعضها وتحتاج إلى معدلات سريران مختلفة وسعات تبريد مختلفة بهبوط مختلف للضغط عبر كل وحدة. يحتاج نظام الأنبوب الراجع المباشر عادة إلى صمامات موازنة وقياس دقيق لهبوط الضغط لتحديد معدل سريران الماء.

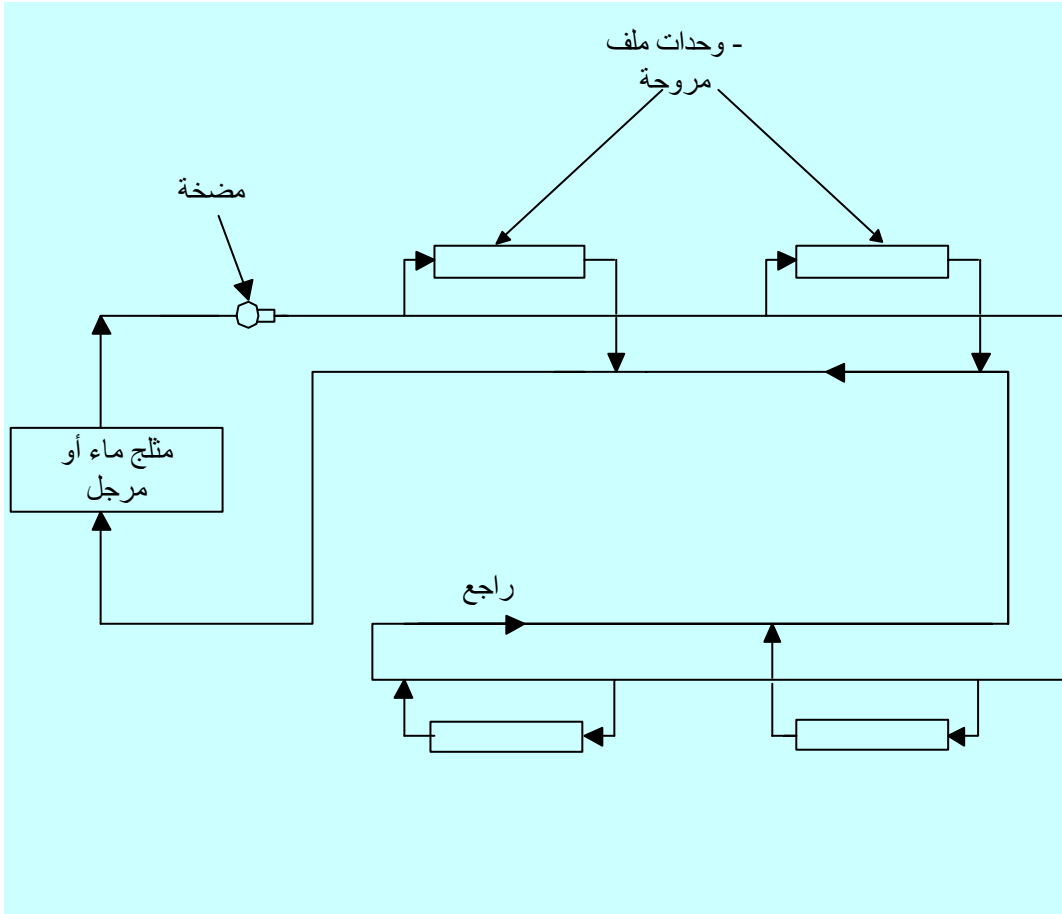
الشكل (٢- ١٨) يوضح نظام ملف - مروحة (أنبوبتين) مع راجع مباشر.

مزايا النظام

- تكلفة الأنابيب قليلة مقارنة بنظام الأنبوب الراجع العكسي .
- يستخدم مع الأنظمة المفتوحة.

سلبيات النظام

- يحتاج إلى موازنة.
- تكلفة التصميم عالية.



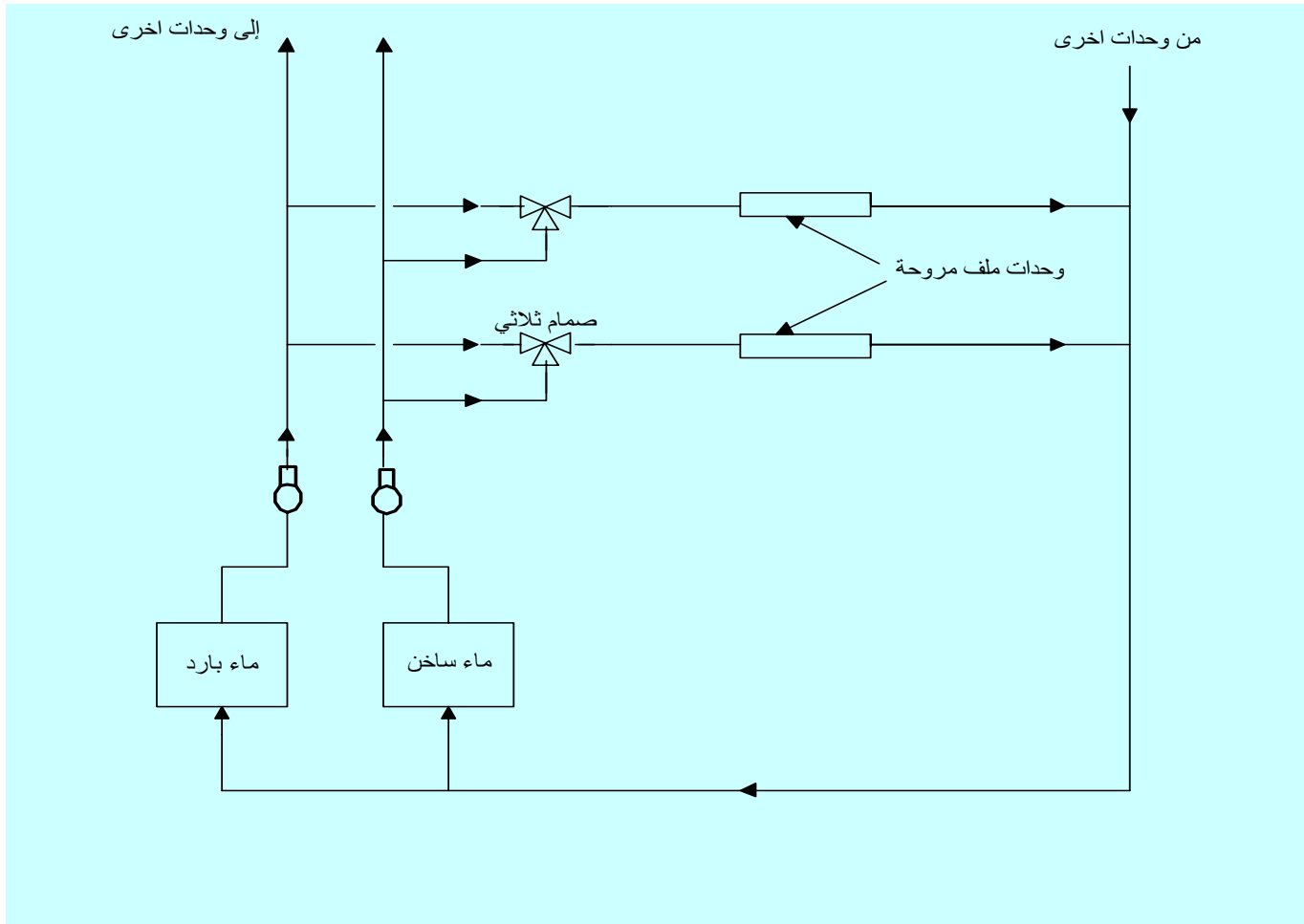
شكل (٢ - ١٨): نظام ملف - مروحة (أنبوبتان) مع راجع مباشر

٢- النظام متعدد الأنابيب (Multi-piping system)

يعمل النظام متعدد الأنابيب على تزويد ملفات الفان - كويل بالماء البارد والماء الساخن على مدار العام وعليه فإن كل وحدة تعتبر منفصلة وتعمل بمعزل عن الوحدات الأخرى. صمام التحكم يقوم بتزويد الوحدة بالماء البارد أو الماء الساخن حسب الحاجة ويكون النظام متعدد الأنابيب عادة إما ثلاثي الأنابيب أو رباعي الأنابيب .

(أ) النظام ثلاثي الأنبوب (3-pipe system)

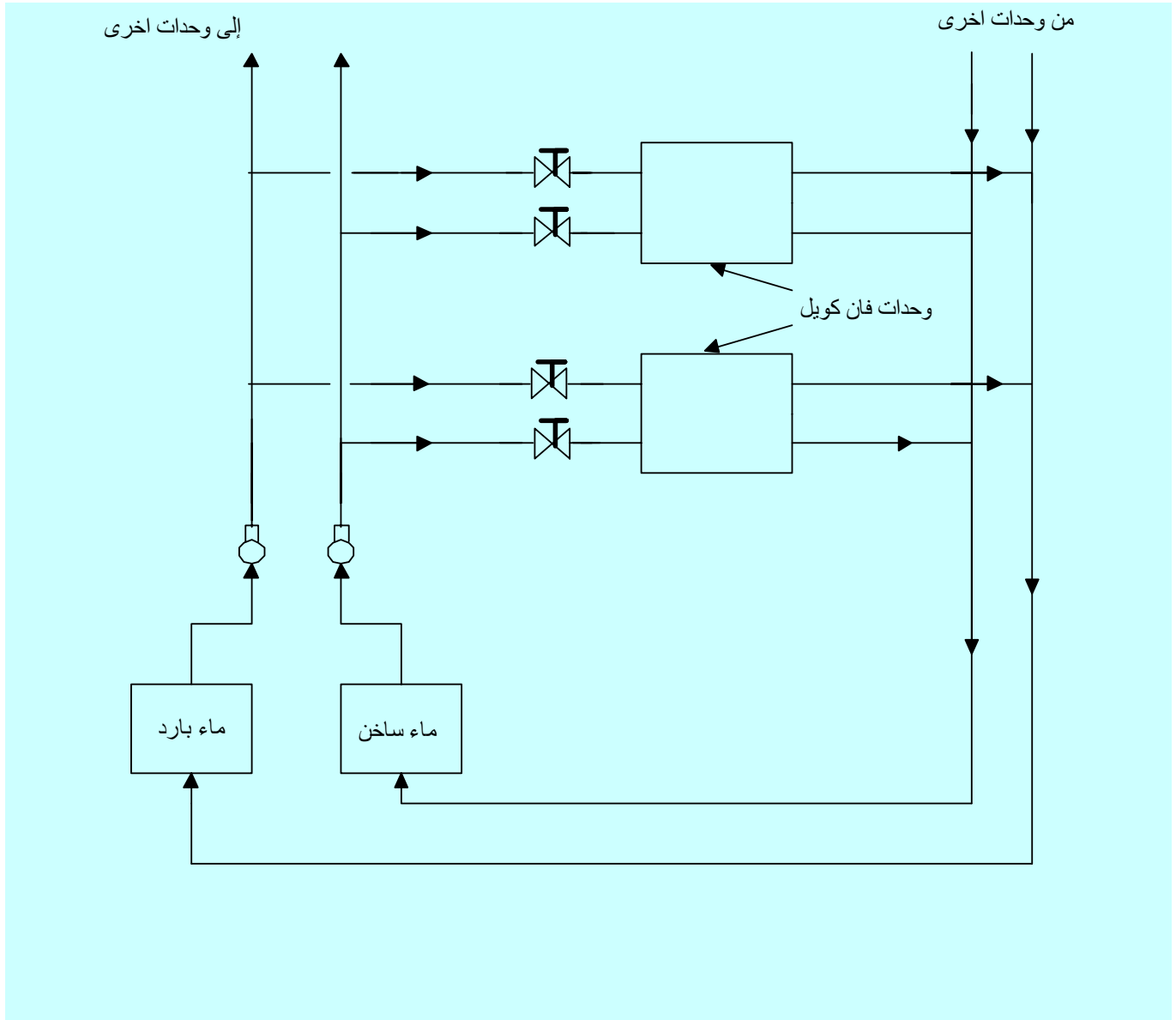
الشكل (٢- ١٩) لوحدة ملف - مروحة تستخدم ثلاثة أنابيب واحدة لتغذية الماء البارد وأخرى لتغذية الماء الساخن للملف وراجع واحد مشترك. بالرغم من أن الأنبوب الراجع المشترك يجعل النظام الثلاثي الأنبوب أقل تكلفة من حيث الإنشاء إلا أن تكلفة التشغيل أعلى من النظام الرباعي الأنبوب نسبة لعملية خلط الماء البارد مع الماء الساخن.



شكل (٢- ١٩): نظام ملف - مروحة ثلاثي الأنبوب

(ب) النظام رباعي الأنبوب (4-pipe system)

يوفر هذا النظام دائرتين منفصلتين للماء البارد والماء الساخن الأمر الذي يقلل من مشاكل الماء كما يمكن استخدام ملف واحد أو ملف منفصل بوحدة الفان - كويل الشكل (٢- ٢٠) يوضح النظام المذكور.



شكل (٢- ٢٠): نظام ملف - مروءة رباعي الأنبوب

توءء طريقتان لتشغيل النظام المتعدد الأنبوب:

الطريقة الأولى

توفر التحكم في درجة الحرارة على مدار العام وذلك بتزويد الماء البارد والماء الساخن للملف باستمرار وعلى مدار أيام السنة.

الطريقة الثانية

توفر إمداد الماء البارد والماء الساخن في أوقات معينة حيث يتم فيها تشغيل مثلجات الماء أو المراجل للماء الساخن حسب درجة الحرارة للهواء الخارجي.

مزايا النظام

- الاستجابة السريعة لضبط التيرموستات نتيجة لتوفر الماء البارد والماء الساخن.
- عدم جدوى تقسيم المبنى إلى مناطق حسب الاتجاه.
- عدم الحاجة لتبديل التشغيل.
- التحكم في درجات حرارة الغرفة على مدار العام.

خلاصة:**أنظمة الماء الكلي (ALL-WATER SYSTEMS)**

في هذه الأنظمة تتم فقط تغذية ماء مثلج أو محلول ملحي في الصيف أو ماء حار في الشتاء من مصدر بعيد وتمريره خلال ملفات لوحدات طرفية تعرف بوحدات ملف - مروحة (Fan-coil units) توجد داخل المكان المراد تكييفه. وتنقسم أنظمة الماء الكلي إلى قسمين:

١. نظام الأنبوب الواحد (Single piping system)

وينقسم إلى:

(أ) أنبوب راجع عكسي (Reverse return piping)

(ب) نظام الأنبوب الراجع المباشر (Direct return piping)

٢. نظام متعدد الأنبوب (Multi-piping system)

وينقسم إلى:

(أ) النظام ثلاثي الأنبوب (3-pipe system)

(ب) النظام رباعي الأنبوب (4-pipe system)

اسم الوحدة: أنظمة التكييف المركزي وتطبيقاتها

الجدارة: وصف أنظمة "الهواء - الماء" للتمييز بينها ومعرفة مزايا واستخدامات كل منها.

الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً على:

١. معرفة تكوين وحدة الحث.
٢. معرفة طريقة عمل وحدة الحث.
٣. معرفة تكوين وحدة ملف - مروحة مع هواء أولي
٤. معرفة طريقة عمل وحدة ملف - مروحة مع هواء أولي.
٥. وصف تكوين السقف المبرد.
٦. استخدامات كل من نظام وحدة الحث ، وحدة الملف - مروحة مع هواء أولي ، السقف المبرد.
٧. التمييز بين الأنظمة السابقة ومعرفة مزايا وسلبيات كل نظام.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب:

٢ ساعة دراسية

الوسائل المساعدة:

استخدام التعليمات في هذا الفصل.

متطلبات الجدارة:

طالما أنه لا يوجد شيء قبل هذه المهمة فيجب التدريب على الجدارة لأول مرة.

الفصل الثالث: أنظمة الهواء- الماء

Air-Water Systems

النظام الثالث من أنظمة التكييف المركزي هو النظام المائي - الهوائي (Air-water system) والذي يستخدم الماء والهواء جميعاً للتبريد والتسخين.

نظام وحدة الحث (Induction unit system)

يستخدم نظام وحدة الحث الهوائي المائي في الغرف المحيطة للمباني متعددة الغرف متعددة الطوابق كالمكاتب، الفنادق، غرف المرضى بالمستشفيات وكذلك الشقق السكنية. ويصمم هذا النظام خصيصاً للمباني التي تمتاز بأحمال محسوسة ذات طبيعة انعكاسية حيث تحتاج غرفة مثلاً إلى تبريد في حين أن الغرفة المجاورة تحتاج إلى تسخين بالإضافة إلى أن النظام يناسب أحمال المباني الحديثة مثل ناطحات السحاب حيث إن مكان الأجهزة والمعدات يكون محدوداً.

يوضح الشكل (٢- ٢١) نظام وحدة حث يستخدم هواء أولياً وهواء خارجياً. يمكن استخدام هواء راجع إذا كان الهواء الأولي الكلي أكبر من أدنى متطلبات التهوية. يساعد ملف التسخين الأولي على زيادة قدرة الهواء لامتناس النداءة في الشتاء ومنع الهواء المتجمد من دخول مزيل الرطوبة. تدفع المضخة الأولية الماء البارد من مثلج المياه إلى ملفات مزيل الرطوبة في حين أن المضخة الثانوية تدفع الماء إلى ملفات وحدة الحث.

الشكل (٢- ٢٢) يوضح وحدة حث تم تزويدها بهواء أولي بضغط عالي يخرج من الأبواق الموجودة بالوحدة. هذا الهواء يعمل على حث هواء الغرفة عبر الملف الذي يتم تزويده بماء من المضخة الثانوية. هذا الهواء المحثوث يتم تبريده أو تسخينه حسب درجة حرارة الماء الثانوية وكذلك حسب درجة حرارة الهواء المخلوط (الهواء الأولي والهواء المحثوث) الذي يتم دفعه للغرفة.

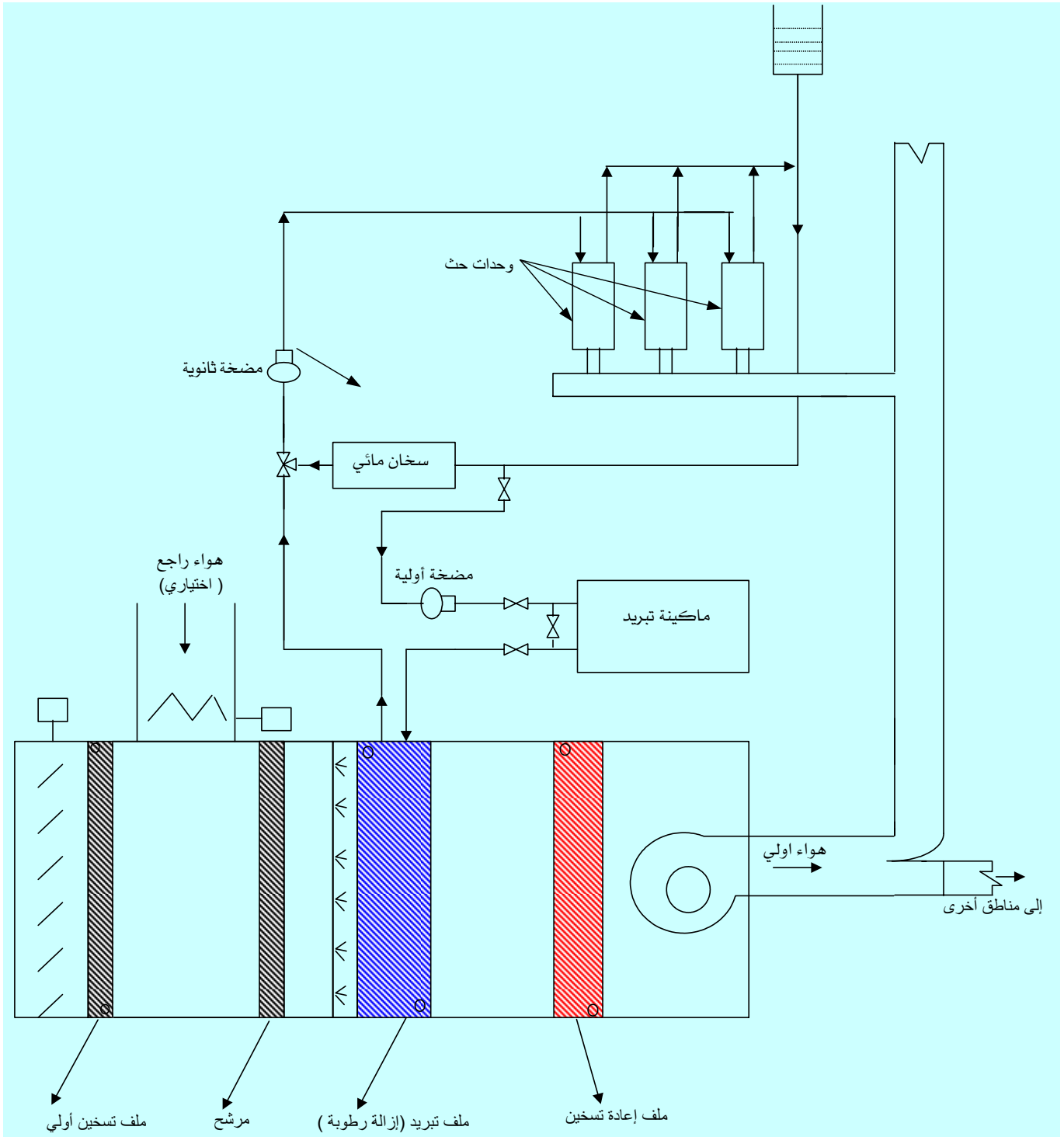
وظيفة الهواء الأولي هو:

- تزويد الغرفة بالهواء اللازم للتهوية.
- التغلب على الأحمال المتسربة للغرفة (Transmission loads).
- الحصول على إزالة الرطوبة للتغلب على الأحمال الكامنة للغرفة.
- إعطاء القوة اللازمة لحث ودفع الهواء للغرفة.

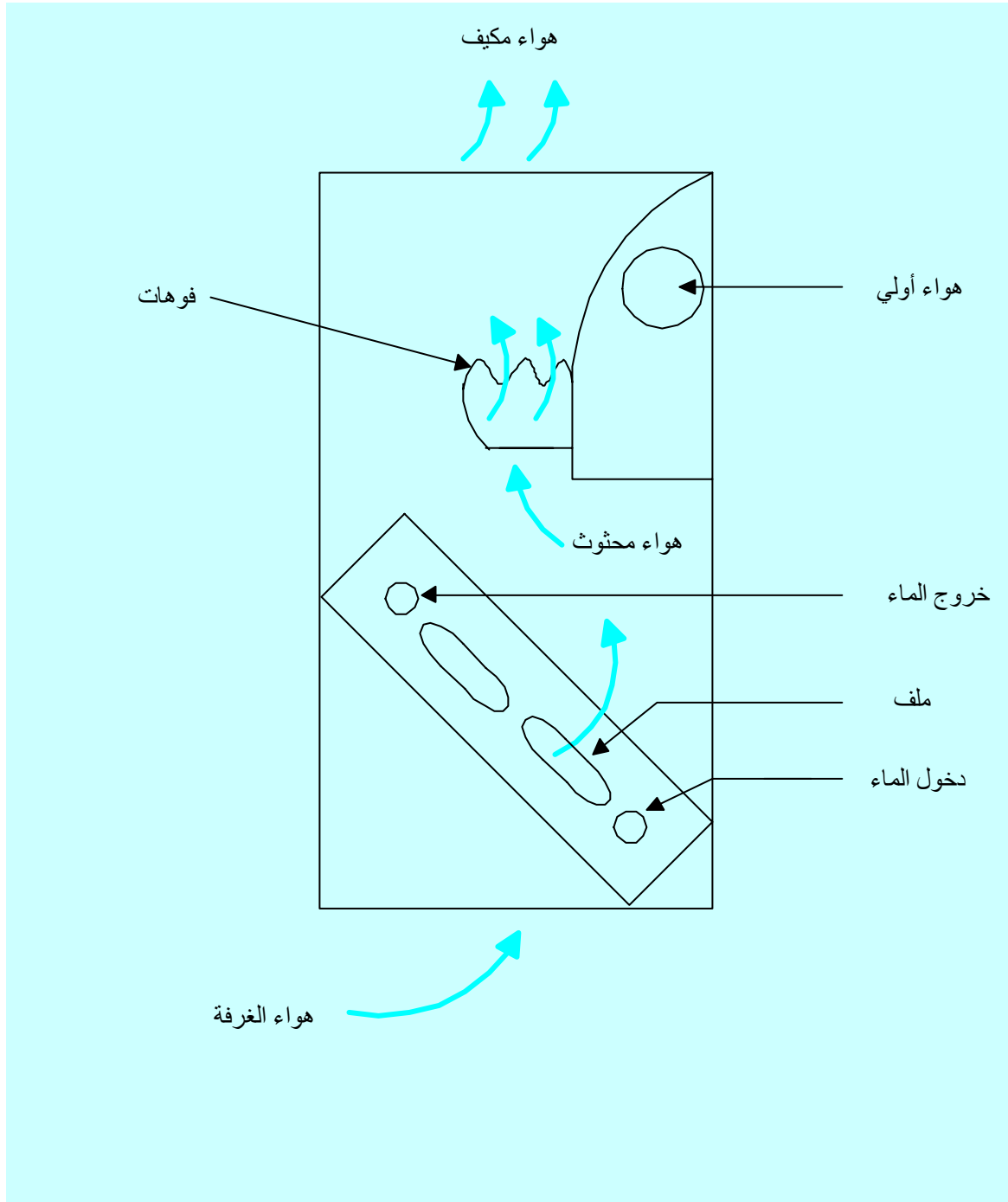
وظيفة دورة الماء الثانوية:

- التغلب على الحرارة المكتسبة من الشمس، الإضاءة، الأشخاص.

الهواء الأولي يتم تطبيع درجة حرارته بواسطة ملف إعادة التسخين لمنع درجة حرارة الغرفة من الانخفاض إلى أقل من (22.2°C) عندما يكون الحمل داخل الغرفة عند أدنى مستوى له. في بعض التطبيقات يفضل تشغيل الجهاز في فصل الشتاء بتزويد الوحدة بماء ساخن وهواء أولي بارد هذا الوضع يطلق عليه عادة نظام التبديل (Change-over system).



شكل (٢ - ٢١): نظام وحدة حث



شكل (٢ - ٢٢): وءءة ءء تستخدم للتبريد والتسخين والتهوية

٢- نظام وءءة ملف - مروءة مع هواء أولي (Primary air fan-coil system)

تستخدم وءءة الملف - مروءة مع هواء أولي مع النظام الهوائي المائي وهي تشبه إلى ءء كبير نظام وءءة الءء. الفرق الأساسي هو استبدال وءءة الءء بوءءة الملف - مروءة. أكثر التطبيقات التي تناسب هذا النظام هي المباني المتعددة الغرف كالفنادق، المستشفيات، الشقق ءيء إن الوءءات يمكن ءءويلها لتعمل في الشتاء.

يتم تزويد جهاز وحدة الملف - مروحة بمصادر للماء الساخن أو الماء البارد حسب درجة حرارة الجو الخارجي ومصدر للتهوية.

يمتاز هذا النظام على نظام وحدة الحث بأدائه الجيد وهدوء التشغيل ولكن نسبة للتكلفة المبدئية العالية للنظام فإن اختيار نظام وحدة الحث يصبح ذا ميزة.

الشكل (٢ - ٢٣) يوضح المكونات الأساسية لوحدة الملف - مروحة التي تشتمل على مدخل للهواء الراجع من الغرفة، مدخل للهواء الأولي (اختياري)، مرشح، مروحة، ملفي تبريد، وتسخين ومخرج للهواء.

مزايا النظام:

- التدفئة والتبريد في آن واحد.
- يوفر النظام احتياجات المبنى من التبريد والتدفئة صيفا وشتاء.
- التحكم المنفصل في درجة الحرارة لكل غرفة.
- توفير هواء التهوية في كل الأوقات.
- توفير توزيع الهواء من أسفل النوافذ خصوصا في الأماكن الباردة شتاء.

٣- الأسقف المبردة (Chilled Ceilings)

في هذا النظام يتم تبريد الأسقف بواسطة طريقتين:

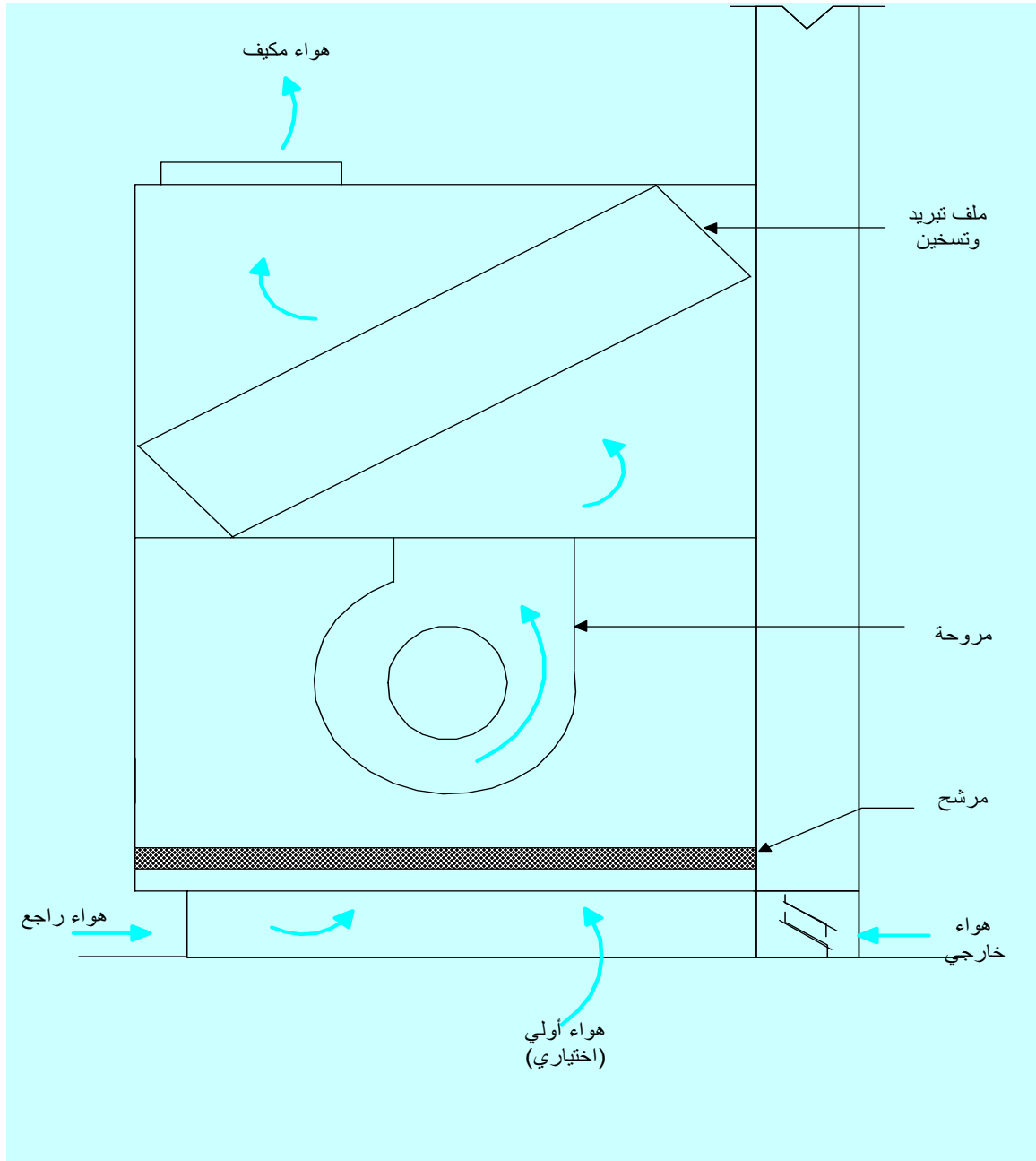
الطريقة الأولى:

تستخدم فيها أنابيب في شكل ملفات يتم دفنها داخل خرسانة السقف أثناء التشييد وتغطي من أسفل عن طريق اللياسة أو غيرها. تكلفتها الابتدائية عالية وتستخدم مع ساعات التبريد العالية وتكون المسافات بين الأنابيب متقاربة.

الطريقة الثانية:

يتم فيها تعليق الأنابيب بواسطة قضبان قصيرة ومثبت فوقها عازل للسقف كما هو موضح في الشكل (٢ - ٢٤). الشركات المصنعة تنتجها في أشكال مختلفة.

يوجد عادة مع نظام الأسقف المبردة مصدر إضافي لتزويد الغرفة بالهواء المكيف لتغطية حمل التهوية وذلك بواسطة مجاري هواء وجريالات حائطية أو نواشر سقفية. النواشر السقفية ربما لا تناسب هذا النظام



شكل (٢ - ٢٣): وحدة ملف - مروحة مع هواء أولي

نسبة لأن ارتفاع السقف يكون قصيرا بحيث لا يسمح بتركيب المجاري بالإضافة إلى أن النواشر سوف تكون قريبة من الأرضية مما يتسبب في حدوث ضوضاء داخل الغرفة.

مزايا النظام:

بالرغم من أن هذا النظام غير شائع الاستخدام إلا أن له مزايا كثيرة وهي:

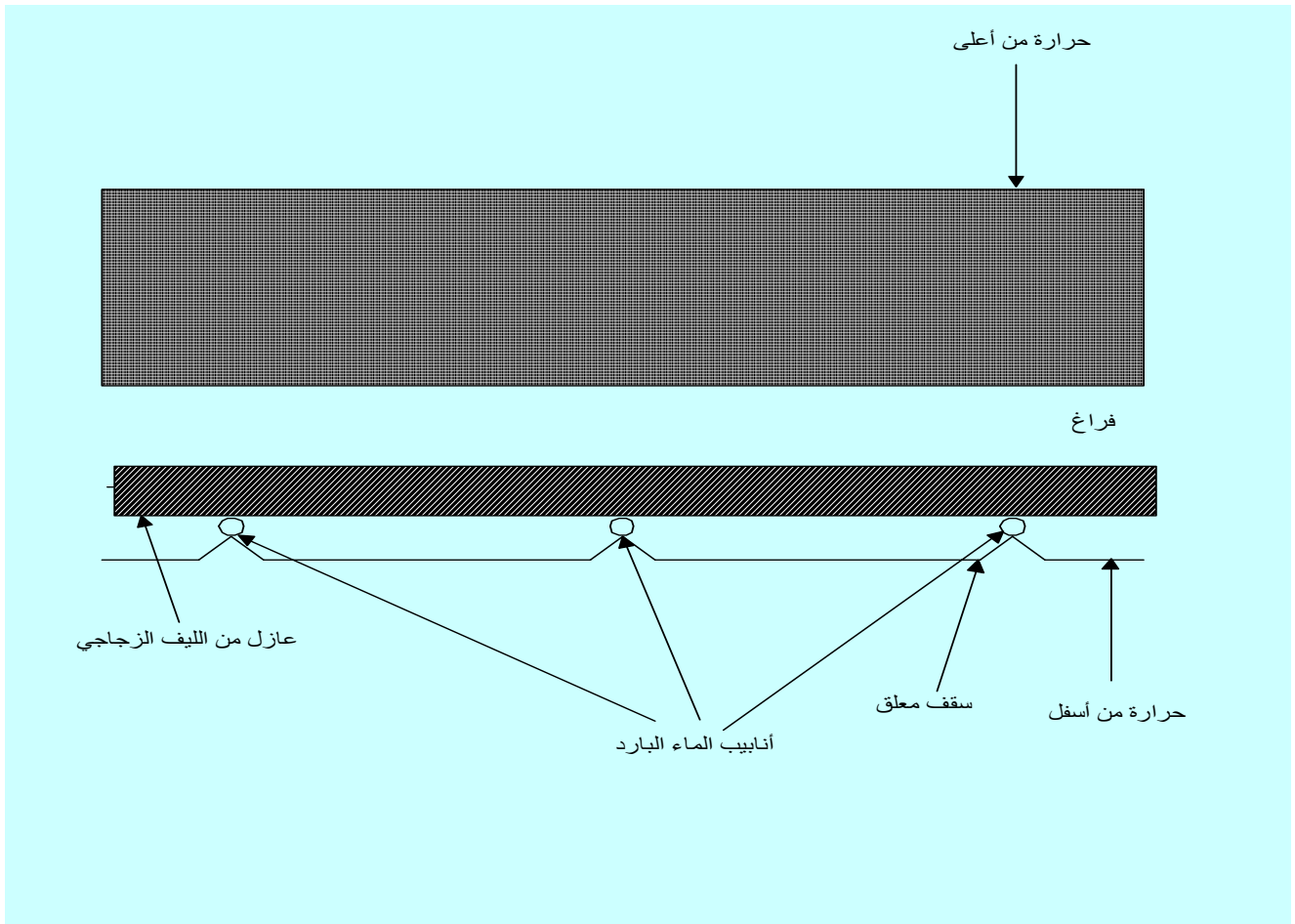
- اقتصادي التشغيل.
- لا يشغل حيزا من أرضية الغرفة.

- لا يحتاج إلى أعمال وصلات وتركيبات كالتي تحتاجها الوحدات الطرفية.
- هادئ التشغيل لوجود عازل في السقف.

عيوب النظام:

نتيجة للأسباب الآتية نجد أن هذا النظام نادر الاستخدام وهي:

- تكلفته الابتدائية عالية.
- وجود الأنابيب يشغل حيزا أسفل السقف مما يعيق عملية إعادة تفصيل وتقسيم المبنى.
- ضرورة تركيب أسقف مستعارة في الممرات تحت مجاري الهواء مع مصادر إضاءة مخفية (Recessed Light)



شكل (٢- ٢٤): سقف مبرد (Chilled Ceiling)

أماكن تركيب الوحدات الطرفية الهوائية (Location of air terminal units)

١- وحدات طرفية بمصدري هواء منفصلين (Separate air terminal units)

(مثال وحدة الملف - مروحة مع هواء أولي)

الهواء الأولي (Primary air)

يتم تزويد مصدر الهواء الأولي بمخرج هواء تحت ضغط عالي، خوانق موازنة، بطانة خامدة للصوت وجهاز تخفيض للضغط. يتم توزيع الهواء من أسفل النوافذ، أو جانب الحائط.

الهواء الثانوي (Secondary air)

توزع هذه الوحدة (ملف - مروحة) الهواء من السقف الجانبي أو أسفل النوافذ ويجب أن تتحكم في كمية الهواء المكيف الداخل للغرفة وتعمل على انسياب الهواء بصورة منتظمة وهادئة ويجب أيضاً أن تزود بخامد للصوت وجهاز تحكم في كمية الهواء.

٢- وحدات طرفية بهواء مخلوط (Air mixing terminal units)

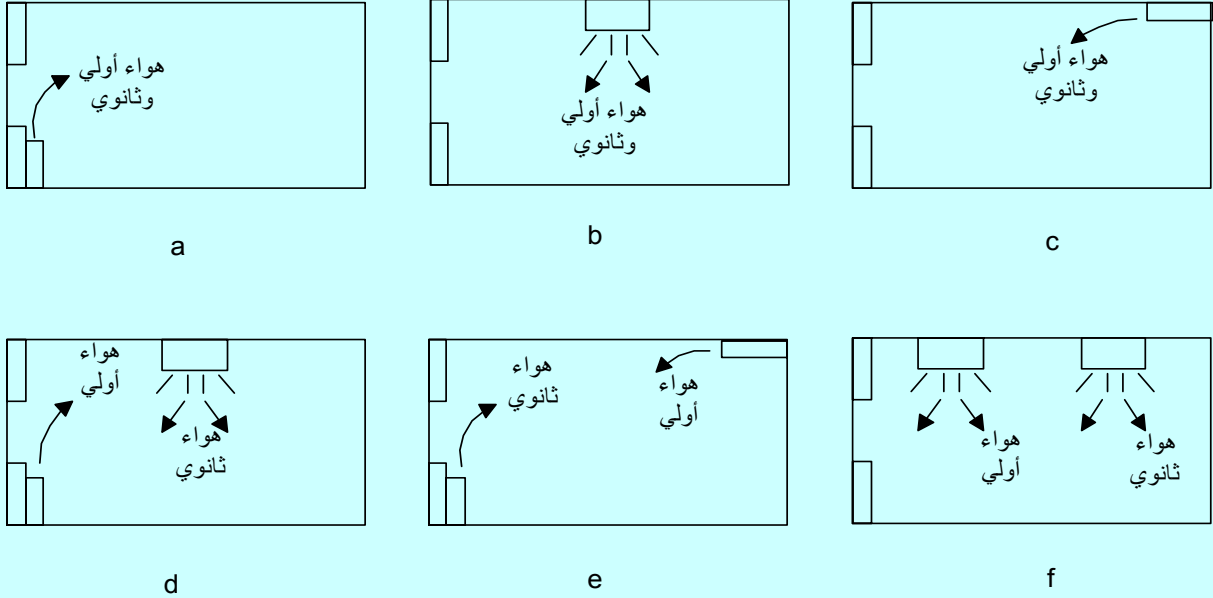
(مثال وحدة الحث، وحدة ملف - مروحة مع هواء أولي، وحدة ملف مروحة مع هواء خارجي).

في هذه الوحدات يتم خلط الهواء الأولي والهواء الثانوي قبل دخوله للغرفة. حيز الهواء الثانوي يزود عادة بخوانق تحكم (Control dampers) بينما يزود مجرى الهواء الأولي بخوانق موازنة (Balancing dampers).

صندوق الخلط يتم عزله بمادة خامدة للصوت والهواء يتم تصريفه خلال فتحة تصريف واحدة.

يجب الحذر عند تصميم هذه الوحدات نسبة إلى أن توزيع الهواء يتأثر عندما يتم خنق الهواء الثانوي لأن سرعة خروج الهواء سوف تتغير. الوحدات يتم تركيبها عادة في الأسقف، الجوانب، أو أسفل النوافذ.

الشكل (٢ - ٢٥) يوضح تركيب الوحدات الطرفية في أماكن مختلفة من الغرفة.



(a) وحدة أسفل النافذة

(d) وحدتان منفصلتان ، أسفل النافذة وسقفية

(b) وحدة سقفية

(e) وحدتان منفصلتان ، أسفل النافذة وحائطية

(c) وحدة حائطية

(f) وحدتان منفصلتان سقفيتان

شكل (٢ - ٢٥): أماكن تركيب الوحدات الطرفية في الغرفة

خلاصة:**أنظمة الهواء- الماء (AIR-WATER SYSTEMS)**

في هذه الأنظمة يتم ضخ كميات قليلة من الهواء من محطة التكييف إلى المكان المراد تكييفه في حين أن الجزء الأكبر من الحمل الحراري للغرفة يتم تغطيته بواسطة ماء بارد أو ماء ساخن من محطة التكييف عبر ملفات لوحدة حث أو ألواح تسخين.

تصنف هذه الأنظمة على النحو التالي:

- ١- نظام وحدة الحث (Induction unit system)
- ٢- نظام وحدة ملف - مروحة مع هواء أولي (Primary air fan-coil system)
- ٣- الأسقف المبردة (Chilled ceilings)

اسم الوحدة: أنظمة التكييف المركزي وتطبيقاتها

الجدارة: وصف أنظمة التكييف المستخدمة في كل من الفنادق، الأسواق المركزية والمستشفيات لمعرفة نوع نظام التكييف المركزي الذي يناسب كل منها.

الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً على:

١. وصف نوع نظام التكييف المركزي المستخدم عادة في الفنادق.
٢. وصف نوع نظام التكييف المركزي المستخدم عادة في الأسواق المركزية.
٣. وصف نوع نظام التكييف المركزي المستخدم عادة في المستشفيات.

مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى الإتقان الكامل لهذه الجدارة وبنسبة ١٠٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب:

٢ ساعة دراسية

الوسائل المساعدة:

استخدام التعليمات في هذا الفصل.

متطلبات الجدارة:

طالما أنه لا يوجد شيء قبل هذه المهمة فيجب التدريب على الجدارة لأول مرة.

الفصل الرابع: تطبيقات أنظمة التكييف المركزي

Applications of Central A/C Systems

مقدمة: (Introduction)

حيث إن أغلب محطات التكييف تعمل على الحمل الجزئي خلال فترة عمرها فإنه من المهم أن يتم اختيار نظام له سعة تبريد يمكن التحكم فيها لتغطي أي تغيرات متوقعة للأحمال في حدود التصميم. تعتبر طبيعة الأحمال أيضا من العوامل الهامة. فمثلا المسجد النبوي الشريف حيث الأعداد الكبيرة من المصلين نجد أن نظام الهواء الكلي هو الأنسب لأنه يوفر كميات كبيرة من الهواء النقي بعكس نظام الهواء - الماء . يؤثر حجم التطبيق أيضا في اختيار النظام فمثلا الأحمال الصغيرة يمكن التعامل معها بتكلفة قليلة باستخدام أنظمة التمدد المباشر والهواء الكلي أكثر من نظام مثلجات الماء مع أنظمة الهواء - الماء.

عند اختيار أي نظام من الضروري أن يتم اختيار مكونات متوافقة مع بعضها البعض مثال ذلك اختيار أجهزة تحكم معقدة وباهظة الثمن مع نظام تبريد تجاري متخلف ولنفس السبب يصبح اختيار أجهزة مكلفة وجهاز تحكم متطور لنظام تكييف هواء تجاري غير اقتصادي لأنه يمكن الحصول على نفس الأداء بأجهزة أقل جودة وأرخص سعرا.

أخيرا يجب أن تتم حسابات التصميم واختيار الأجهزة واستلامها حتى يتسنى للنظام العمل بالصورة المطلوبة.

١. المستشفيات (Hospitals)

يتم تصميم أنظمة التكييف في المستشفيات على أساس تواجد المرضى باستمرار وعلى مدى ٢٤ ساعة ويعمل الجهاز على مدار العام. العامل المهم هو أن يتم توزيع الهواء على جميع الغرف في حين أن الممرات، غرف الممرضات وأقسام الخدمات يجب أن يتم تزويدها بمصدر هواء تغذية منفصل وكل غرفة يجب أن توجد بها مروحة شفط لخلق ضغط سالب لتفادي تبادل الهواء مع الأقسام المختلفة. وعليه يجب اتباع النقاط التالية في تصميم أنظمة تكييف المستشفيات من أجل تحقيق الأهداف السالفة الذكر وهي:-

- ١- يجب التعامل مع الأقسام والإدارات المختلفة بأنظمة مختلفة.
- ٢- يجب عمل موازنة بين كميات هواء التغذية وهواء العادم للحصول على ضغط سالب أو ضغط موجب في أماكن معينة حسب الحاجة للحد من انبعاث الميكروبات والروائح.
- ٣- يمكن استخدام مرشحات هواء ذات كفاءة عالية لتتقية الهواء والتخلص من البكتيريا.

٤- يجب تزويد الأماكن بالهواء النقي الكافي لتخفيف الروائح لمستويات منخفضة .

تستخدم دائماً مرشحات الهواء الهيبا [High Efficiency Particulate Air (HEPA)] لحجز الأجسام أصغر من (1 micron) وبالتالي التخلص من البكتيريا إلى مستويات منخفضة . من المهم جداً عدم استخدام غسالات الهواء (Air washers) والرشاشات (Sprayers) لأنها تكون بؤراً لإنتاج الميكروبات وانتشار الالتهابات . في حالة الحاجة لعمليات ترطيب فيجب استخدام بخار جاف معقم في مجرى الهواء.

النظام الأمثل للمستشفيات عامة هو نظام الهواء الكلي. لكن يستخدم نظام وحدات الحث ووحدات ملف - مروحة (نظام الهواء- الماء) في أماكن المرضى ولكن النظام الأمثل في هذه المناطق هو النظام الذي يستخدم الأسقف المبردة (Chilled ceiling) مع هواء تغذية إضافية لتلبية احتياجات التهوية. أجهزة تكييف الهواء طراز الشباك بالطبع لا تصلح في هذا التطبيق لإمكانية دخول البكتيريا التي تسبب الالتهابات وبالتالي يعتبر استخدامها مؤقتاً. النظام الآخر المفضل في المستشفيات هو نظام الهواء ذو الحجم المتغير (VAV) لما يمتاز به من:

(أ) المقدرة على العمل عند السعات المنخفضة.

(ب) المستويات المنخفضة للضوضاء.

(ت) الترشيد في استهلاك الطاقة خصوصاً في الليل عندما تقل أعمال التبريد أثناء نوم المرضى.

نسبة لأن المستشفيات تعمل على مدى الـ ٢٤ ساعة كما ذكرنا فإنه يلزم الحاجة إلى أجهزة احتياطي كمثلجات الماء، وحدات مناولة الهواء، المضخات، محطة المرجل وكذلك يلزم توفير مولد كهربائي احتياطي يخدم الأماكن الهامة على الأقل كغرف العمليات والمعامل والطوارئ.

يجب أن يتضمن التصميم للمستشفيات الحديثة إدخال أنظمة تحكم متطورة كنظام التحكم الرقمي المباشر (DDC) مع نظام إدارة المباني (BMS) لتوفير ترشيد الطاقة وتقليل تكاليف التشغيل والصيانة لأنظمة تكييف الهواء.

٢. الفنادق (Hotels)

تتخصص أجهزة التكييف للفنادق في نظامين:

١- تكييف الغرف للنزلاء.

٢- تكييف القاعات العامة كالأستقبال، قاعات الطعام، قاعات المؤتمرات.. الخ.

تصمم الغرف دائماً لتسع شخصين بسريرين منفصلين أو سرير واحد مزدوج حيث إن الحمل المحسوس يكون دائماً في حدود $(60-80 \frac{W}{m^2})$ من مساحة الأرضية أي $(1500 W)$ لكل سرير تقريباً بالإضافة إلى الإضاءة التي تكون الحاجة إليها نادرة تقريباً وتلفاز ملون حمولة $(400 W)$. الهواء النقي اللازم لغرفة مزدوجة في حدود $(25 \frac{L}{s})$ بافتراض أن هذه الكمية يتم طردها خلال دورات المياه بواسطة مراوح شفط.

تستخدم العديد من أنظمة تكييف الهواء بدرجات متفاوتة من النجاح ففي الفنادق (٣ نجوم) نجد أن مكيفات الشباك تعطي أداء مقبولاً إذا استبعدنا ما تسببه من إزعاج ولكن بالنسبة للفنادق الفاخرة (٥ نجوم) فيستخدم نظام الماء الكلي بوحدات ملف - مروحة (Fan-coil units) تعمل صيفاً وشتاءً وفي بعض التصاميم يتم تبريد أو تبريد وإزالة رطوبة الهواء النقي في المحطة وتوزيعه إلى الممرات ليدخل إلى الغرف بواسطة جريالات أو فتحات في الجزء الأسفل من الأبواب ويتم طرد هواء العادم عبر دورات المياه بواسطة مراوح شفط ويتم عادة وضع دورات المياه عند مدخل الغرف لتقليل كمية الهواء النقي الداخل للغرف. يستخدم نظام الهواء الماء وحدات حث بأنبوبتين أو أربع أنابيب تبريد أو تسخين أو تبريد وتسخين) ولكن من عيوب هذا النظام أن وحدات الحث لا يمكن إيقافها حيث إنها لا تحتوي على مراوح بالإضافة إلى أن الوحدات ذات الأنبوبتين لا توفر الاستجابة السريعة إذا تغير الحمل داخل الغرف لتلبية احتياج النزلاء في حين أن نظام الأربعة أنابيب يمكن أن يوفر ذلك.

النظام الأمثل لتكييف الغرف في الفنادق هو نظام الملف - مروحة ذو الأربعة أنابيب (ملف تبريد وملف تسخين) مع هواء إضافي، سرعة منخفضة لهواء نقي يتم تنقيته وتبريده أو تبريده وإزالة رطوبته ثم توزيعه خلال مجرى هواء إلى وحدات الملف - مروحة وطرده لاحقاً عبر دورات المياه بواسطة مراوح الشفط الموجودة فيها. وحدات الفان - كويل يمكن أن تعمل على ثلاث سرعات منخفضة، متوسطة وعالية ويدويًا ويتم اختيارها بأن تعطي مستوى للصوت $(NC30)$ عند السرعة المنخفضة وتغطي أكبر حمل حراري للغرف في حين أنه إذا ارتفع حمل التبريد أو التسخين بصورة كبيرة يمكن التغيير إلى السرعة المتوسطة أو حتى العالية مع مراعاة الارتفاع المتوقع في مستوى الضوضاء ومن ذلك يتضح أنه يمكن ضبط درجة الحرارة على مدى كبير في ثرموستات الغرفة واستجابة النظام للتغيرات في نقطة

الضبط أو التذبذب في حمل التبريد يكون سريعا . وبالتالي يمكن تلبية احتياجات جميع النزلاء من التبريد والتدفئة ولكنه إذا اختار النزلاء تشغيل وحداتهم بأقصى حمولة في نفس الوقت فسوف تتعرض محطة التبريد أو محطة المرجل إلى بعض المصاعب.

٣. الأسواق المركزية (Supermarkets)

عند تحديد الأحمال الحرارية المكتسبة في الأسواق المركزية يجب مراعاة النقاط الثلاث التالية:

(أ) أعداد الزوار : يقترح $(3 m^2)$ لكل شخص من المساحة الكلية للأرضية، الحرارة المنبعثة من الشخص $(100 W)$ (محسوسة)، $(80 W)$ (كامنة).

(ب) الإضاءة الكهربائية

(ج) ثلاجات العرض المفتوحة.

بما أن هدف الأسواق المركزية هو البيع للجُمهور فإن الإضاءة الشديدة تعمل على جذب الزبائن وتستخدم عادة لمبات النيون حيث يبلغ الحمل الحراري للإضاءة $(45 - 80 W/m^2)$ حسب نوع الإضاءة المستخدمة.

يوجد نوعان من ثلاجات العرض المفتوحة: نوع يستخدم مكثفات أسفل جسم الثلاجة والآخر مكثفات بعيدة توضع خارج المكان المكيف. ففي النوع الأول نجد أن كل القدرة المستهلكة بواسطة الضواغط تشكل حمولة زائدة على الغرفة وبالتالي لا فائدة من الحرارة المكتسبة بواسطة الأطعمة المجمدة في الثلاجات أنفسها. الأسواق التي تستخدم هذا النوع لا تعاني من مشكلة التبريد الزائد كما هو الحال بالنسبة للنوع الثاني الذي يستخدم المكثفات الخارجية حيث له تأثير كبير على حمل التكييف نسبة لأن كل الحرارة المكتسبة بواسطة الثلاجة تكون من المكان المكيف (تأثير إيجابي) وبالتالي يعمل على تقليل الحرارة المحسوسة المكتسبة لأنه في النهاية يتم طردها إلى الخارج بواسطة المكثفات التي توجد خارج المستودع. هذا التأثير بالإضافة إلى الحمل الكامن الذي يتولد داخل جسم الثلاجة يكون كبيرا وبالتالي يجب أخذه في الاعتبار عند حساب الأحمال الحرارية المكتسبة، حمل التبريد، معامل الحرارة المحسوس لجهاز التكييف المركزي.

في بعض الأحيان تظهر بعض الشكاوى نتيجة لتسرب الهواء البارد من الثلاجة إلى الخارج وبالتالي يجب التعامل مع هذه المشكلة إما بوضع جريلات على مستوى منخفض لسحب الهواء أو في الأرض أمام الثلاجات نسبة لأن ثلاجات العرض تعمل باستمرار على مدى ٢٤ ساعة وعلى مدار العام بغض النظر عن درجة حرارة الغرفة فان التبريد الشديد يصبح مشكلة في بعض الأحيان.

من المهم المحافظة على الرطوبة النسبية في حدود (50%) أو أقل لتسهيل التخلص من الأحمال الكامنة في الثلاجات والذي ينتج عنه الحاجة إلى إذابة الصقيع بصورة متكررة وبالتالي يقصر من عمر المنتجات

داخل الثلاجة. وعليه فمن الأفضل ضبط الرطوبة على مستوى عالي والذي ربما يؤثر في الحصول على درجة الحرارة المطلوبة داخل المكان مما يلزم استخدام نظام إعادة تسخين .

تبلغ أحمال التبريد للأسواق المركزية $(90 - 200 \text{ W/m}^2)$ من المساحة الكلية للمستودع وتعتمد على مستوى الإضاءة ونوع ثلاجات العرض المستخدمة.

نظام الهواء الكلي ثابت الحجم مع إعادة تسخين وخوانق لضبط نسب الهواء النقي والهواء الراجع حسب ظروف الهواء الخارجي مع التشغيل الاقتصادي لمحطة التبريد هو الوضع المثالي الذي يناسب الأسواق المركزية. من المفضل جدا أن يتم تصميم النظام ببساطة وأن يكون سهل التشغيل للموظفين كما أنه يفضل عادة استخدام مكثفات التبريد الهوائي لتفادي مشاكل القشور والرواسب والصدأ ومعالجة المياه . وكذلك يحبذ استخدام أساليب بسيطة لاسترداد الحرارة للحصول على تشغيل اقتصادي للجهاز. يتم وضع وحدات مناولة الهواء ومكثفات التبريد الهوائي دائما فوق السقف مع الانتباه لوضع عوازل للاهتزاز لتقليل احتمال الإزعاج للمناطق المجاورة. يلزم استخدام مجاري هواء ذات سرعات منخفضة للتعامل مع الهواء المتسرب من ثلاجات العرض بالإضافة إلى وضع نواشر سقفية أو جريالات حائطية.

نسبة لأن أغلب الحمل الحراري يكون عادة بالقرب من المداخل فإنه يجب تغذية (50%) من إجمالي هواء التغذية في الثلث الأمامي من مساحة المبيعات. كما أنه يجب تزويد المداخل بسخانات في الشتاء للحد من تأثير تسرب الهواء البارد إلى الداخل عند مرور الزبائن. الهواء الساخن يجب أن يكون بكميات كبيرة للحصول على ضغط موجب حتى يمكن الحد من تسرب الهواء البارد الداخل.

تمارين:

١. أذكر أنواع أنظمة الهواء الكلي.
٢. أرسم وحدة الحث مع أي نظام يتم استخدامها.
٣. ما هي أنواع وحدة الملف - مروحة، مستعيناً بالرسم وضح الفروق بينها.
٤. أرسم أنظمة الماء التالية:
 - نظام الأنبوب الواحد مع راجع مباشر.
 - نظام الأنبوب الواحد مع راجع عكسي.
 - وضح استخدامات كل نظام ومزاياه وسلبياته.
٥. أرسم نظام الهواء ثنائي المجرى وقم بتمثيله على خريطة السيكروميتر ثم اذكر مزايا وعيوب هذا النظام.
٦. أذكر ما تعرفه عن الأسقف المبردة.
٧. وضح الفرق بين نظام الهواء الكلي الحثي متغير الحجم ونظام وحدة الحث الهوائي المائي.
٨. ما الفرق بين الجريل والناشر وبين الجريل والحاكم.
٩. أذكر مزايا النظام المائي الكلي متعدد الأنبوب . مستعيناً بالرسم و وضح الفرق بين نظامي الأنبوب الثلاثي والرباعي
١٠. صف نظام التكييف المركزي للتطبيقات التالية.
 - المطارات.
 - المسجد النبوي الشريف.
 - الكليات والجامعات.