

مقرر تجهيزات المباني 3 Building Installation 3(CEAC701)

القسم الثاني

أنظمة تكييف الهواء

Air - Conditioning Systems

مقدمة:

إن تكييف الهواء يؤمن ويحافظ على الشروط الداخلية (درجة حرارة - رطوبة - سرعة هواء - نظافة الهواء - إزالة الروائح والغبار) في الأبنية العامة والأماكن الصناعية . إن مجموعة الوسائل التقنية التي تؤمن معالجة الهواء المطلوب (تنظيف الهواء - تسخينه - تبريده - ترطيبه وتجفيفه) ونقل وتوزيع الهواء في الأماكن المراد تكييفها وأجهزة تخميد الضجيج الناتج عن المعدات ومصادر تزويد الحرارة والبرودة (مراجل - مبردات) وأجهزة التحكم والقيادة بالإضافة إلى المعدات المساعدة ، إن جميع هذه التجهيزات تؤلف ما يسمى نظام تكييف الهواء المركزي .

فوحدة معالجة الهواء تؤمن الهواء بالموصفات التي تجعل الجو مريحا ومناسبا لسير العمليات التكنولوجية وتؤمن تحقيق الراحة للعاملين وبالتالي تؤدي إلى زيادة وتحسين ظروف الإنتاج في المصانع والورش وهذا يؤدي إلى زيادة نشاط الكادر وتخفيض الأمراض المهنية الناتجة عن ظروف العمل .

إن نفقات أنظمة تكييف الهواء في الأماكن الصناعية يمكن أن تسترد خلال عدة سنوات نتيجة زيادة الإنتاجية . إن أنظمة تكييف الهواء تقسم إلى نوعين بحسب الهدف منها :

- أ - من أجل تأمين ظروف مناسبة لراحة الإنسان وصحته .
- ب - من أجل تأمين ظروف مناسبة للصناعة (تكييف صناعي) .

فالمتطلبات التي يجب أن يؤمنها النوع الأول من أنظمة التكييف هو المحافظة على درجة حرارة الهواء ورطوبته وسرعته ومستوى ضجيج منخفض في مكان الراحة أو العمل أما أنظمة التكييف من النوع الثاني فتؤمن شروط الهواء المناسبة للعمليات التكنولوجية المناسبة لكل نوع من الصناعات وخص صناعات الأجهزة الدقيقة والآلات الحاسبة أجهزة القياس والبصريات بالإضافة إلى ما ذكر سابقا فإن تكييف الهواء ضروري في الزراعة في أماكن تربية الحيوانات والدواجن وفي الزراعات المحمية المتنوعة حيث تتطلب درجة حرارة ورطوبة وتهوية مناسبة من أجل زيادة الإنتاج .

2 - حساب حمل تبريد المكان :

Calculating Space Cooling Load

- عند حساب حمل التبريد للمكان لتحديد استطاعة تجهيزات التكييف يجب معرفة مجموعة من عناصر تصميم البناء وطبيعة الطقس وعموماً يجب معرفة المعلومات التالية :
- 1 - معلومات عن المخطط المعماري ومواد البناء المستخدمة لتحديد معامل انتقال الحرارة الإجمالي ومعلومات عن شكل ونوع ولون السطوح الخارجية ونوع النوافذ والواجهات الزجاجية والأبواب وغيره.
 - 2 - تحديد موقع البناء وجهته والتظليل الداخلي والخارجي والتظليل من الأبنية المجاورة .
 - 3 - معلومات عن الطقس السائد في المنطقة والشروط التصميمية للهواء الخارجي .
 - 4 - معلومات عن شروط الهواء الداخلية التصميمية .
 - 5 - معلومات عن الإضاءة وتجهيزات الانارة الداخلية التي تؤثر على الحمل الحراري الداخلي.
 - 6 - اختيار الساعة التصميمية ، ومعرفة الدوام داخل المبنى كامل اليوم أم جزئي (موسسة حكومية الدوام حتى الساعة الثالثة بعد الظهر) الوقت اليومي والشهري لحساب حمل التبريد الأعظمي . عادة يتم اختيار عدة أوقات يتوقع أن يكون عندها حمل التبريد أعظمي واستعمال الكمبيوتر .
 - 7 - عدد الأشخاص المتواجدين في كل مكان مراد تكييفه .

قواعد الاختيار الأمثل لنظام ومعدات تكييف الهواء للأماكن المختلفة

عند تصميم نظم تكييف الهواء المركزي تكون هناك العديد من البدائل المطروحة أمام المصمم لتحقيق المتطلبات الحرارية والمناخية والبيئية والطاقة والتحكم للمبنى ويأخذ المصمم عند اختيار النظم عدة معايير نلخص منها :

1- الضوابط المعمارية:

- التفاصيل المعمارية تصميم البناء.
- يجب أن تكون مساحة الأرض وارتفاعات السقف كافية لتتناسب مع معدات نظام التدفئة والتهوية والتكييف وأجهزة توزيع الهواء.
- جماليات البناء.
- حجم ومظهر الأجهزة الطرفية (الفان كويل- فتحات الهواء وغيره) بحيث تتناسب مع الديكور الداخلي للمكان.
- تتناسب فتحات الهواء في السقف مع أجهزة الإنارة وحساسات الحريق وغيره.
- مستويات مقبولة للضجيج .
- مساحة متاحة لمعدات على أن يناسب موقعها ضمن المكان المكيف.
- مساحات المناور في المبنى كافية لتركيب الأنابيب ومجاري الهواء الصاعدة والنازلة وغيرها.

- المناخ وتظليل للمبنى.
- اختيار مناسب لمعدات التكييف الداخلية والخارجية .
- إمكانية تركيب معدات التكييف ضمن المساحة المكيفة أو خارجها.
- الأخذ بعين الاعتبار كودات واستندرات نظام التخلص من الدخان في كل الأماكن.
- الأخذ بعين الاعتبار الديكور المستخدم.
- الأخذ بعين الاعتبار حاجات قاطني المبنى.

2- الضوابط المادية:

- كلفة رأس المال
 - كلفة التشغيل
 - كلفة الصيانة
 - تكاليف قطع التبديل
 - سقف الأعلى للتكاليف
 - تكاليف فشل المعدات
 - استرجاع المال الموظف وتحليل دورة عمر التجهيزات- دراسة اقتصادية لمعدات التكييف المركبة.
- تتميز أنظمة التكييف المركزية بالموصفات التالية:

- 1 - تحافظ على بارامترات الهواء المطلوبة في المكان المكيف بشكل دقيق .
- 2 - سهولة استخدام وصيانة معدات أجهزة التكييف المركزية .
- 3 - تشغيل هذه الأجهزة حيز قليل الحجم في مكان واحد أو عدة أمكنة .
- 4 - يمكن التغلب على الضجيج والاهتزاز الناتج عن عمل المعدات .
- 5 - مجال استخدام أنظمة التكييف المركزية واسع ويشمل الأماكن العامة كبيرة الحجم والمنشآت الصناعية المختلفة وغيرها.

قواعد الاختيار الأمثل لنظام ومعدات تكييف الهواء للأماكن المختلفة

عند تصميم نظم تكييف الهواء المركزي تكون هناك العديد من البدائل المطروحة أمام المصمم لتحقيق المتطلبات الحرارية والمناخية والبيئية والطاقة والتحكم للمبنى ويأخذ المصمم عند اختيار النظم عدة معايير نلخص منها :

- 1 – تلبية احتياجات المشروع الحرارية الأساسية وتوفير قدرات احتياطية مع الالتزام بالموصفات العالمية والكود العربي لتكييف الهواء والتبريد .
- 2 – سهولة التشغيل والتحكم والاستجابة السريعة لتغير أحمال التبريد.
- 3 – ترشيد الطاقة والمواد المستخدمة .
- 4 – التنسيق الكامل مع التخصصات المعمارية والإنشائية والكهربائية .
- 5 – ألا تشغل تركيب المعدات الميكانيكية مكان كبير وخاصة في الأماكن التجارية.
- 6 – التكلفة الاقتصادية.
- 7 – المحافظة على البيئة ومستوى الضجيج منخفض والراحة البصرية .

تصنف أنظمة التكييف إلى عدة أنواع بحسب نوع معدات التكييف:

نظام تكييف هواء شبك (المكيف العادي القديم يركب على الجدار):

Window Air-
Condition

1- نظام وحدات تكييف هواء المقسمة (قطعتين) بارد - ساخن:

Split Air-Condition-Heat Pump

2- نظام تكييف الوحدة المجمعة مع مجاري هواء:

Compact Package Air-Condition Units

3- أنظمة التكييف المركزي: Central Air – Conditioning Systems

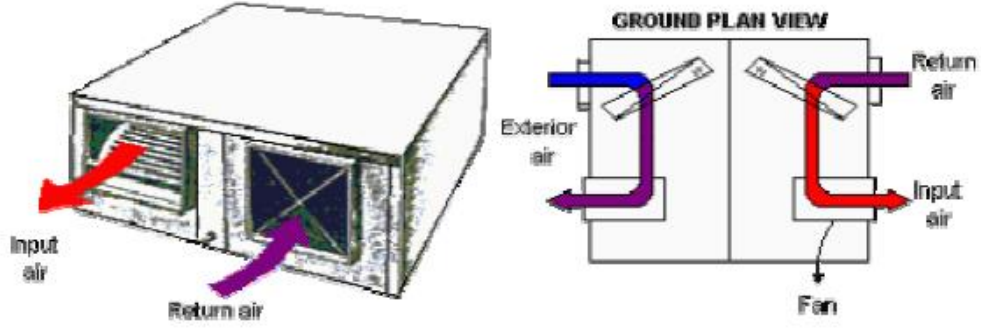
- نظام وحدات تكييف هواء المقسمة (قطعتين) بارد - ساخن :

وحدة التكييف من قسمين وحدة (قطعة) داخلية تتركب داخل المكان المكيف على الأرض أو تعلق على السقف فوق السقف المستعار ويمكن تركيبها في الممرات فوق السقف المستعار أو في أي مكان مناسب. ويتم تركيب مجاري هواء من الوحدة الداخلية الى مكان مكيف واحد أو عدة أماكن (عدة غرف) ويتم توزيع الهواء من خلال فتحات هواء تتناسب مع السقف المستعار والديكور المستخدم. يتم توصيل القطعة الداخلية مع الخارجية عن طريق أنابيب نحاسية.

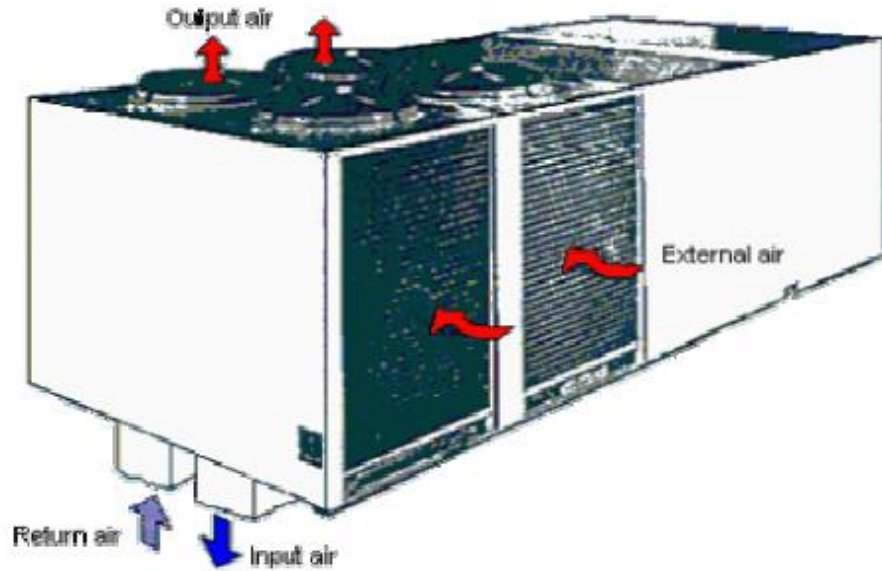
- نظام الوحدة المجمعة مع مجاري هواء Compact Package Units

يتكون هذا النظام من قطعة واحدة وتكون جميع أجزاء دارة التبريد (مروحة إرسال الهواء- المبخر- الضاغط- المكثف مع المراوح وأجهزة التحكم وغيرها) مجمعة بداخلها في مكان واحد

وتركب على سطح المبنى أو في حيز ضمن الحديقة ويتم توزيع كامل الهواء البارد أو الساخن من الوحدة عن طريق مجاري الهواء (Air Duct) إلى داخل المكان المكيف.
يتميز نظام الوحدة المجهزة بعدم الحاجة لأية اعمال صيانة داخل المبنى .



Horizontal self-contained ceiling mounted package units



- نظام التكييف المركزي من نوع الوحدة المقسمة يتألف من قطعة خارجية واحدة ومجموعة من القطع الداخلية (Variable Split Systems).

أو ما يسمى نظام تدفق وسيط تبريد متغير (Variable Refrigerant Volume-VRV) أو VRF ويعتمد على نقل الطاقة إلى المكان المكيف عن طريق وسيط التبريد 410A صديق البيئة أو غيره من الفريونات.



هو نظام تكييف يجمع بين سهولة المكيف العادي Split Unit وبين كفاءة أنظمة التكييف المركزية التقليدية فالفكرة العامة لهذا النظام تعتمد على عدة أفكار للوصول إلى نظام تكييف للأماكن الكبيرة باستهلاك طاقة أقل (نظام موفر للطاقة) وذات سعر اقتصادي ويشغل مساحة صغيرة من الأماكن المكيفة. يعتمد نظام VRV في آلية عمله بنفس نظام التكييف نوع وحدات السبليت عادي ولكن بشكل أكبر وأفكار أكثر تطوراً ويتكون نظام VRV من وحدة خارجية تحتوي على الضاغط والمكثف وأجهزة التحكم وعدد من الوحدات الداخلية للتكييف مشابهة لوحدة السبليت يصل عددها إلى أكثر من 30 وحدة داخلية. يتم التوصيل بين القطع الداخلية والخارجية عن طريق أنابيب نحاسية يمكن أن يصل مجموع أطوالها إلى حوالي 300m. يمكن أن يستخدم هذا النظام للتدفئة والتبريد ويستخدم بشكل واسع في الأبنية متعددة الطوابق وكثيرة الغرف ويركب في غرف الفنادق والمولات متعددة كثيرة المحلات وفي المكاتب وغيره.

أنظمة تكييف الهواء المركزي:

CENTRAL AIR CONDITIONING SYSTEMS

يستخدم نظام التكييف المركزي بشكل واسع في الأبنية المعمارية الكبيرة العامة (المشافي والفنادق وغيرها) وفي المؤسسات التجارية والصناعية الكبيرة (المولات والمباني والمصانع وغيرها). يستخدم نوعين من التكييف المركزي نظام وحدات معالجة الهواء أو وحدات مناولة الهواء AHU-AIR HANDLING UNITS أو نظام فان كويل FCU-FAN COIL UNITS -وحدة وشيعة مروحة. وعادة يستخدم النظامين معاً. تتميز أجهزة التكييف المركزية بإمكانه التحكم بمواصفات الهواء بشكل جيد من درجة حرارة ورطوبة ونقاوة.

أجهزة تكييف الهواء المركزية : Central Air-handling Unit

يتألف النظام من مبرد الماء (CHILLER) لتأمين الماء البارد صيفاً ومرجل ماء ساخن (BOILER) لتأمين الماء الساخن شتاءً ومن وحدات معالجة الهواء. يتم تدوير الماء البارد من مبرد الماء الى وشيعة التبريد في وحدة معالجة الهواء صيفاً عن طريق مضخات تدوير الماء صيفاً. أما شتاءً فيتم تدوير الماء الساخن من مرجل الماء الساخن الى وشيعة التسخين ضمن وحدة معالجة الهواء.

تركب وحدات معالجة الهواء خارج المبنى على السطح أو داخل المبنى في غرف خاصة أو فوق السقف المستعار في الحمامات العامة اذا كان حجمها صغير. ويتم توصيلها مع مبرد الماء والمرجل من خلال أنابيب فولاذية مع عزل حراري.

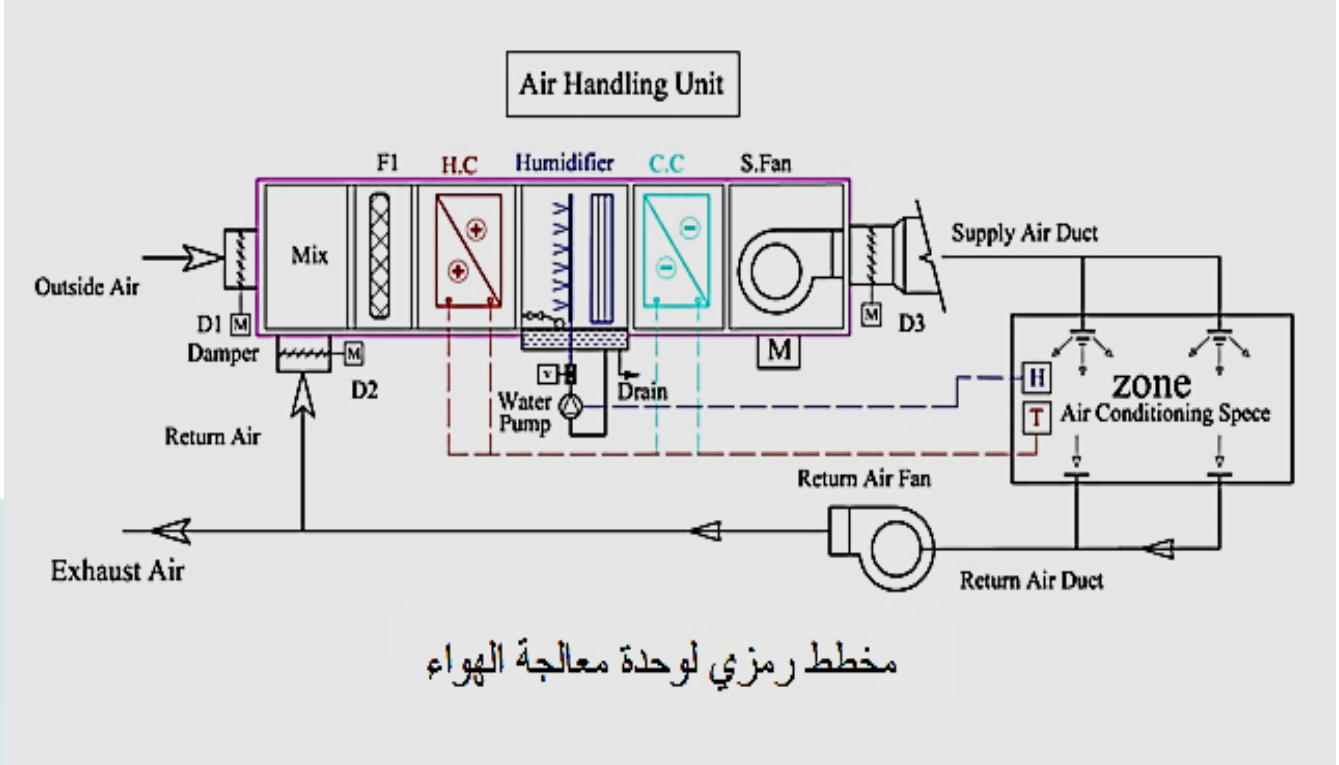
تتميز أجهزة التكييف المركزية بإمكانه التحكم بمواصفات الهواء (درجة الحرارة - الرطوبة - النقاوة) بشكل جيد لاحتوائها على الأجزاء التالية كما هو في الشكل المرفق - نموذج لوحدة معالجة الهواء مؤلفة من :

- حجرة مزج (MIX).
- فلتر تنقية (F)
- وشيعة تسخين (H.C.)
- وشيعة تبريد (C.C.)
- غاسل هواء مرطبة هواء (HU.)
- مروحة ارسال الهواء (S.FAN)
- أجهزة تحكم وملحقات مساعدة

قبل كل شيء يتم سحب الهواء وتنقيته ضمن فلاتر الهواء ومن ثم في النظام الشتوي يمرر الهواء البارد على وشيعة التسخين فترتفع درجة حرارته ثم يمرر على غاسل الهواء فيرتفع محتوى الهواء من الرطوبة فيخرج برطوبة نسبة عالية .

وفي النظام الصيفي يمرر الهواء البارد على وشيعة التبريد فتتخفض درجة حرارته الى

الدرجة المطلوبة. وبعدها يتم دفع الهواء عن طريق المروحة الى الأماكن المكيفة من خلال مجاري الهواء التي تغذي كل حيز-مكان بالهواء المطلوب ويتم توزيعه ضمن المكان المكيف من فتحات هواء متناسبة مع الديكور.



هذا النظام يتطلب مكان لتركيب مجاري ارسال الهواء الى المكان المكيف ومجاري سحب

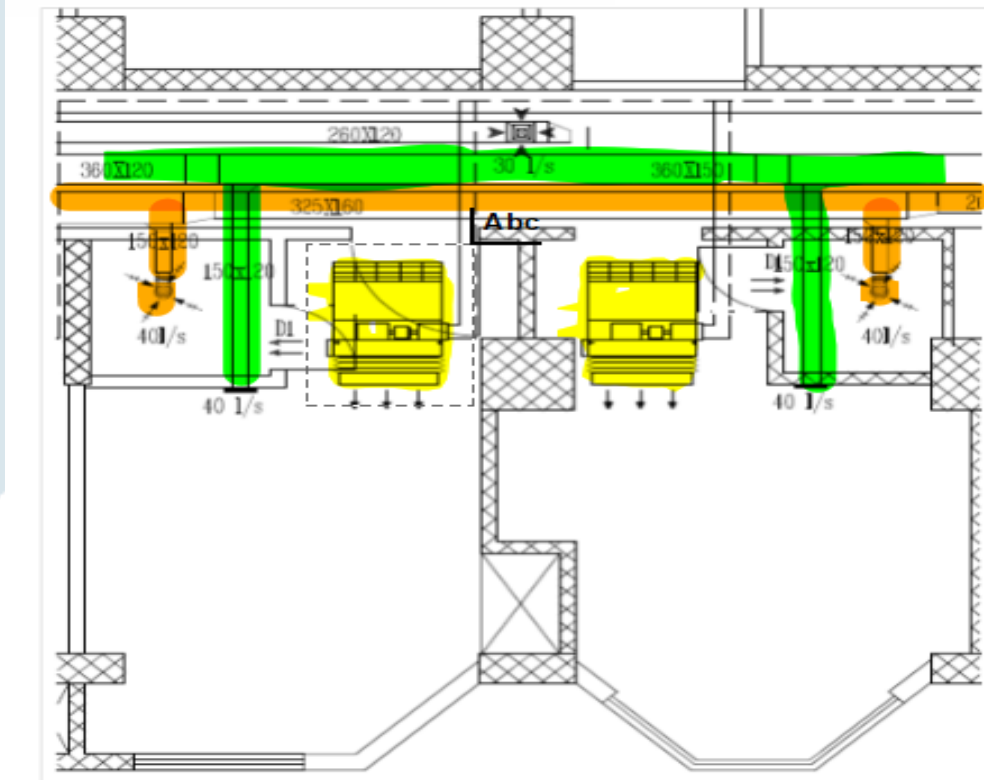
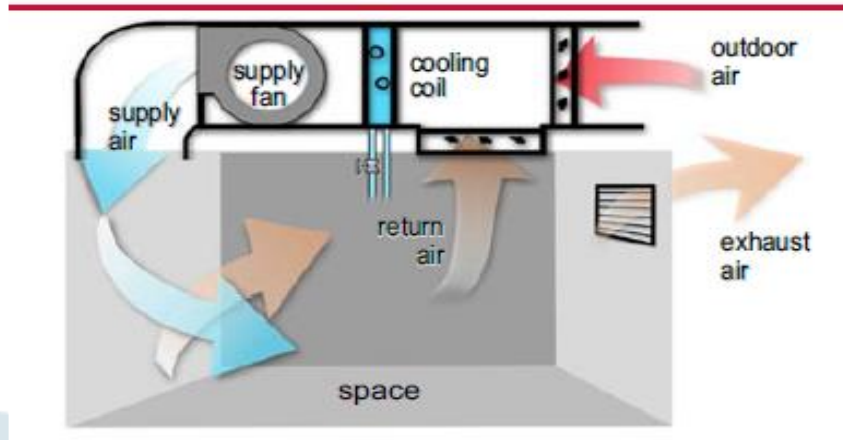
الهواء-الهواء الراجع الى وحدة المعالجة وعادةً تكون ابعادها مجاري الهواء كبيرة نسبياً تتناسب مع حجم الهواء المطلوب للأماكن المكيفة, فيجب تأمين مناور مناسبة في المبنى لتركيب المجاري الشاقولية, وتركب المجاري الأفقية في الممرات وغيره فوق السقف المستعار.

- أجهزة تكييف الهواء المركزية : FAN-COIL UNITS -

يتألف النظام (FAN-COIL UNIT SYSTEM) كما في الحالة السابقة من مبرد الماء (CHILLER) لتأمين الماء البارد صيفاً ومرجل ماء ساخن (BOILER) لتأمين الماء الساخن شتاءً ومن وحدات فان كويل موزعة في الغرف والأماكن المكيفة .

يتم تدوير الماء البارد من مبرد الماء الى وحدات الفان كويل صيفاً عن طريق مضخات تدوير الماء صيفاً. أما شتاءً فيتم تدوير الماء الساخن من مرجل الماء الساخن الى وحدات الفان كويل شتاءً.

تركب وحدات الفان كويل داخل المبنى في الغرف بشكل ظاهر- كما هو في المكيف المنزلي أو فوق السقف المستعار في الغرف المراد تكييفها اذا كان حجمها صغير. ويتم توصيلها مع مبرد الماء والمرجل من خلال أنابيب فولاذية مع عزل حراري. يستخدم هذا النظام عندما يكون عدد الغرف كبيراً كما هو في الفنادق والمشافي وغيره. يبين الشكل المرفق نموذج لتركيب الفان كويل فوق السقف المستعار المركب فقط عند مدخل الغرفة.



- مزايا نظام الفان كويل :
 - 1- قلة التكلفة.
 - 2- الفان كويل لا يشغل حيزاً كبيراً.
 - 3- سهولة التركيب.
- مساوئ نظام الفان كويل :
 - 1 لا يوفر التحكم الجيد برطوبة هواء الغرفة.
 - 2 إجراء الصيانة داخل الأماكن المكيفة.
- مزايا الوحدة:
 - 1- التحكم المنفصل في درجة الحرارة الهواء بكل غرفة.
 - 2- سريان مؤكد للهواء خلال الغرف.
 - 3- التشغيل الاقتصادي.
 - 4- صغر أبعاد مجاري الهواء.

عيوب النظام أنظمة التكييف المركزي:

- 1- تكلفته الابتدائية عالية.
- 2- وجود الأنابيب يشغل حيزاً أسفل السقف مما يعيق عملية إعادة تقسيم المبنى.
- 4- ضرورة تركيب أسقف مستعارة في الممرات والأماكن المكيفة تحت مجاري الهواء والأنابيب.

أهم تجهيز المستخدمة في أنظمة التدفئة والتكييف

يستخدم في أنظمة تكييف الهواء المركزية التجهيزات التالية التي تشغل مساحات مختلفة تركيب في الموقع العام وفي المبنى وعلى السطح الاخير.

- تكييف الهواء صيفاً:

1. **مبردات الماء Water Chillers** التي تؤمن الماء البارد بدرجة حرارة +7 درجة مئوية لتكييف الهواء صيفاً تشغل المبردات حيز كبير نتيجة لحجمها الكبير والتباعد بين كل قطعة وتركب مبردات الماء في الموقع العام أو على السطح المبنى على قاعدة بيتونية وينتج عن هذه التجهيزات ضجيج كبير حوالي 80 ديسيبل.
2. **مضخة تدوير الماء البارد Chilled Water Circulation Pump** تركيب بجوار مبردات الماء أو بغرفة وتقوم بتدوير الماء من المبردات الى الفان كويل ووحدات معالجة الهواء ضمن انابيب فولاذية معزولة حرارياً.
3. **خزان التمدد Expansion Tank** يركب عادة خزان التمدد المغلق فيكون من الفولاذ اسطوانتي الشكل ويركب في غرف المضخات.
4. **أنابيب الماء البارد Chilled Water Pipes** يتم نقل الماء البارد الى الفانكويلات ووحدات معالجة الهواء ضمن انابيب من الفولاذ (أنابيب ذاهبة وأنابيب راجعة) وتدهن

- بمادة مقاومة للصدأ ويتم عزل جميع الانابيب بالصوف الزجاجي-عزل حراري. ويكون قطر أنابيب الماء البارد أكبر من قطر الأنابيب الماء الساخن.
5. **وحدات معالجة الهواء Air Handling Units-AHU** تركيب في داخل المبنى في غرف خاصة بها ضمن القبو أو تركيب على السطح أو يتم تعليقها في السقف اذا كانت صغيرة الحجم. تركيب عادة اقرب ما يمكن الى المكان الذي تخدمه.
 6. **وحدات الفانكويل Fan Coil Units** هي عبارة عن صندوق يحتوي على مروحة هواء ووشية ماء - مبادل حراري انبوبي مزعنف يتم توصيل المبادل الحراري مع انابيب الماء البارد والساخن لتبريد أو تسخين الهواء صيفاً أو شتاءً.
 7. **مجاري الهواء Air Duct** تستخدم لنقل الهواء الساخن أو البارد من وحدة معالجة الهواء الى الاماكن المكيفة واعادته الى وحدة المعالجة تصنع عادة مجاري الهواء من الواح الفولاذ - الصاج المزيق ويتم عزلها بالصوف الزجاجي. مقطع مجاري الهواء يكون مستطيل الشكل أو دائري وتعلق على السقف.
 8. **مراوح طرد الهواء Extract Air Fan** تستخدم لطرد الهواء من الحمامات الى خارج المبنى ويتم وصلها مع مجاري هواء بدون عزل حراري وتركب بشكل عام على السطح الاخير.
 9. **فتحات توزيع الهواء Air Grilles** تركيب على مجاري الهواء وتقوم بتوزيع الهواء بشكل منتظم ضمن المكان المكيف وتثبت على السقف المستعار ويتم اختيار نوعها بحسب الديكور المنفذ وتعلق الى السقف البيتوني ويمكن تركيبها ايضا على الجدران.
 10. **الاكسسوارات التي تركيب على مبرد الماء والمضخات ووحدات معالجة الهواء مثل الصمامات والسكورة ومقاييس درجة حرارة وأجهزة للتحكم بدرجة حرارة الهواء والتحكم بتدفق الهواء.**