الفصل الثالث

البيانات الخاصة بإنشاء نظام تكييف الهواء

قبل البدء بتعلم إنشاء نظام تكييف جديد سنقوم بتوضيح بعض التعريفات الهامة:

- نظام الهواء Air System: هو مجموعة التجهيزات وعناصر التحكم التي تؤمن التبريد والتدفئة لمكان ما في المبنى، ويمكن أن يخدم النظام منطقة أو أكثر.
- المنطقة Zone: تتكون كل منطقة من حيز واحد أو أكثر يتم التحكم بها بواسطة ترموستات واحد.
- نظام ذو حجم هواء ثابت CAV System: يكون النظام بحجم هواء ثابت إذا كان تدفق هواء الإرسال ثابتاً مع تغير الحمل الحراري.
- نظام ذو حجم هواء متغير VAV System: يكون النظام بحجم هواء متغير إذا كان تدفق هواء الإرسال متغيراً مع تغير الحمل الحراري ويتم ذلك باستخدام صناديق VAV مزودة بمعيرات تدفق.
- هواء تهوية معالج Tempered Ventilation Air: ويقصد به هواء التهوية الخارجي الذي يتم تعديل درجته إما بالتبريد صيفاً أو التسخين شتاءاً.
- هواء تهوية غير معالج Untempered Ventilation Air: ويقصد به هواء التهوية الخارجي الذي يتم تقديمه للنظام بدون تعديل درجة حرارته.
- فترة المشغولية Occupied Period: خلال فترة المشغولية (أي تواجد الأشخاص في الحيز المراد تكييفه) تعمل أجهزة التكييف على تهوية وتكييف المبنى.
- فترة اللامشغولية Unoccupied Period: خلال فترة اللامشغولية تعمل أجهزة التكييف على تكييف الهواء فقط بدون تهوية وحسب الحاجة إن لزم الأمر.

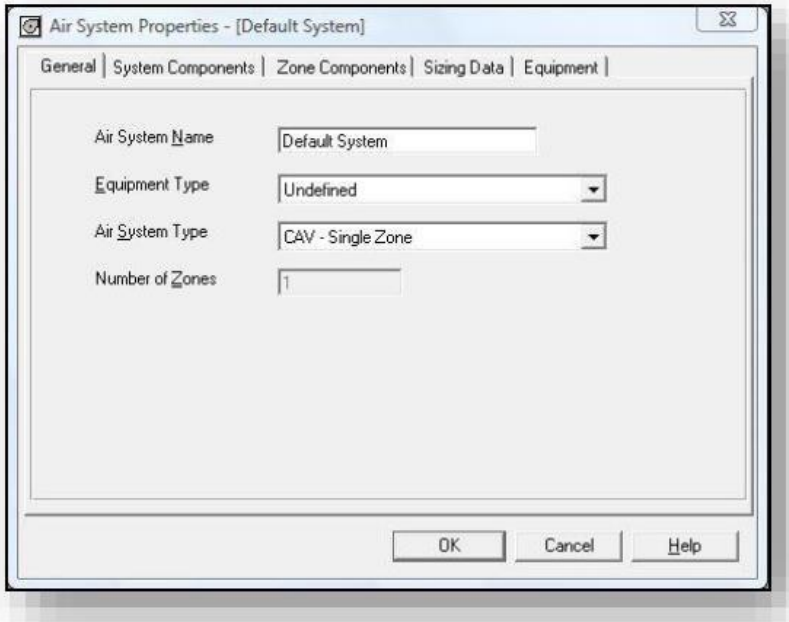
لتعريف نظام جديد انقر على أيقونة Systems في لوحة العرض الشجري ثم انقر مرتين على الأيقونة New Default System تظهر لوحة إدخال البيانات الخاصة بنظام الهواء.

1.3. التبويب General:

أدخل اسم النظام في الحقل Air System Name واختر نوع الجهاز المستخدم في عملية التكييف من القائمة المنسدلة Equipment Type، ولدينا الخيارات التالية:

- Undefined: يتيح لك هذا الخيار تجنب اختيار جهاز تكييف معين وذلك عند الحاجة إلى تقدير الحمل الحراري بشكل تقريبي وعدم معرفة نوع جهاز التكييف المراد استخدامه.

- Packaged Rooftop Units: عبارة عن جهاز تكييف بكج من نوع DX ذو مكثف مبرد بالهواء يتم تركيبه خارج البناء, ويمكن أن يكون جهاز تبريد فقط أو أن يزود بتدفئة عن طريق ملف كهربائي أو ماء ساخن أو بخار أو مضخة حرارية Heat Pump.
- Packaged Vertical Units: عبارة عن جهاز تكييف بكج مثل النوع السابق لكن يمكن تركيبه داخل المبنى حيث يمكن اختيار المكثف من النوع المبرد بالماء.
- Split Air Handling Units: عبارة عن وحدة معالجة هواء من نوع DX مع وحدة تكثيف, ويمكن أن تكون للتبريد فقط, أو أن تزود بتدفئة عن طريق ملف كهربائي أو ماء ساخن أو بخار أو مضخة حرارية.
- Chilled Water Air Handling Units: عبارة عن وحدة معالجة هواء مزودة بملف ماء مبرد, ويمكن أن تكون للتبريد فقط, أو أن تزود بتدفئة عن طريق ملف كهربائي أو ماء ساخن أو بخار.
- Terminal Units: عبارة عن وحدات تبريد/تسخين مستقلة متوضعة في كل منطقة, مثل وحدات مروحة – ملف نوع DX بكج (مكيف الشباك) أو وحدات DX سبليت أو وحدات VRF ذات وسيط تبريد متغير التدفق, أو وحدات مروحة – ملف تستخدم مصدر مائي للتبريد والتدفئة أو نظام Induction beams أو نظام Active chilled beams.



اختر نوع نظام الهواء من القائمة المنسدلة Air System Type، وفي حال اختيار نظام الهواء من النوع متغير الحجم VAV أو CAV يخدم عدة مناطق عندها يجب إدخال عدد المناطق التي تخدّم المشروع ضمن الحقل Number of Zones.

وفي حال كان نوع الجهاز المستخدم Terminal Units عندها يتم اختيار عدد المناطق بالإضافة إلى اختيار طريقة التهوية ولدينا خيارين:

- تهوية مباشرة Direct Ventilation: وفيها يتم تقديم هواء التهوية غير المعالج إلى الوحدة مباشرة عن طريق أي جدار خارجي وذلك لكل وحدة موجودة في المشروع على حدة.
- تهوية مشتركة Common Vent. System: وفيها يتم استخدام وحدة مركزية تقوم بتوزيع الهواء المعالج (عن طريق وحدة تكييف) أو غير المعالج (عن طريق مروحة فقط) إلى جميع الوحدات الموجودة في المشروع. وعند اختيار هذه الطريقة يتفعل التبويب Vent System Components.

ويحتوي الملحق I على أنواع أنظمة الهواء التي يمكن اختيارها بواسطة البرنامج بالتفصيل.

2.3. التبويب System Components:

تسمح هذه القائمة بإدخال معلومات عن مكونات النظام كالملفات والمراوح وكذلك معلومات عن نظام توزيع الهواء، وهي مكونة من القوائم التالية:

1.2.3. هواء التهوية Ventilation Air:

- من القائمة المنسدلة Airflow Control بإمكانك اختيار طريقة التحكم بتدفق الهواء حسب الخيارات التالية:
  - ثابت Constant: حيث أن قيمة هواء التهوية ثابتة على مدار الساعة في حالة المشغولية Occupied أو عدم المشغولية Unoccupied إذا كان معير تدفق الهواء في وضعية الفتح.

> ملاحظة:
> إذا كان النظام المستخدم CAV فيمكن تأمين هواء التهوية الثابت بدون أدوات تحكم خاصة، أما إذا كان النظام المستخدم VAV فيجب استخدام معير تدفق خاص يحافظ على تدفق هواء التهوية مع تغير تدفق هواء الإرسال

  - مُجَدْول Scheduled: عندها عليك اختيار جدول عمل خاص بطريقة التحكم بهواء التهوية من القائمة Schedule، ويستخدم هذا الخيار عند الحاجة لتغيير هواء التهوية وفقاً لجدول عمل معروف مسبقاً.

- تناسبي Proportional: وهو خاص بأنظمة VAV فقط، حيث يتغير معدل هواء التهوية بشكل تناسبي مع تغير هواء الإرسال. وعند اختيار هذا النوع من التحكم أدخل ضمن الحقل Minimum Airflow النسبة المئوية لتدفق هواء التهوية الأصغري المسموح به كنسبة من التدفق التصميمي لهواء الإرسال.

- حسب الحاجة Demand Controlled: وذلك حسب كمية غاز Co_2 المتواجد في كل منطقة والذي يتم تقديره بواسطة حساسات، حيث يتم تغيير معدل التهوية بتغير عدد الأشخاص المتواجدين. وعند اختيار هذا النوع من التحكم أدخل ضمن الحقل Base Ventilation Rate النسبة المئوية لتدفق هواء التهوية الأصغري المسموح به كنسبة من التدفق التصميمي لهواء الإرسال، وغالباً ما تتراوح هذه النسبة بين 20 -30 %.

- من القائمة المنسدلة Ventilation Sizing Method يتم اختيار طريقة حساب التهوية وذلك وفق الخيارات التالية:

- مجموع تدفقات الهواء الخارجي للحيزات Sum of Space OA Airflows: أي أن تدفق الهواء الخارجي المطلوب للجهاز يساوي مجموع تدفقات الهواء الخارجي اللازم لكل حيز، وعادة ما نستخدم هذه الطريقة عندما لا يكون المبنى خاضعاً لكود تهوية معين.

- طريقة ASHRAE Standard 62-2001: تقوم هذه الطريقة بحساب معدل هواء التهوية اللازم باعتماد الطريقة المتبعة في الفصل 6-1 من ستاندرد ASHRAE 62-2001، فمن أجل أنظمة VAV يقوم البرنامج بحساب معدلات التهوية عند حالتين: في حال كانت جميع صناديق الـ VAV مفتوحة بالكامل، وفي حال كانت جميع الصناديق في الوضعية الصغرى ثم اختيار التدفق الأكبر بين القيمتين كقيمة تصميمة للنظام. وهذا الخيار يظهر فقط في حال تم اختيار الستاندرد 62-2001 كمرجع لتصميم التهوية من القائمة View/Preferences.

- طريقة ASHRAE Standard 62-2001 (max only): تستخدم هذه الطريقة لأنظمة VAV فقط، حيث تتبع نفس خطوات الطريقة السابقة، لكن فقط يتم اعتبار حالة جميع صناديق الـ VAV مفتوحة. وهذا الخيار يظهر فقط في حال تم اختيار الستاندرد 62-2001 كمرجع لتصميم التهوية من القائمة View/Preferences.

- طريقة ASHRAE Standard 62.1-2004

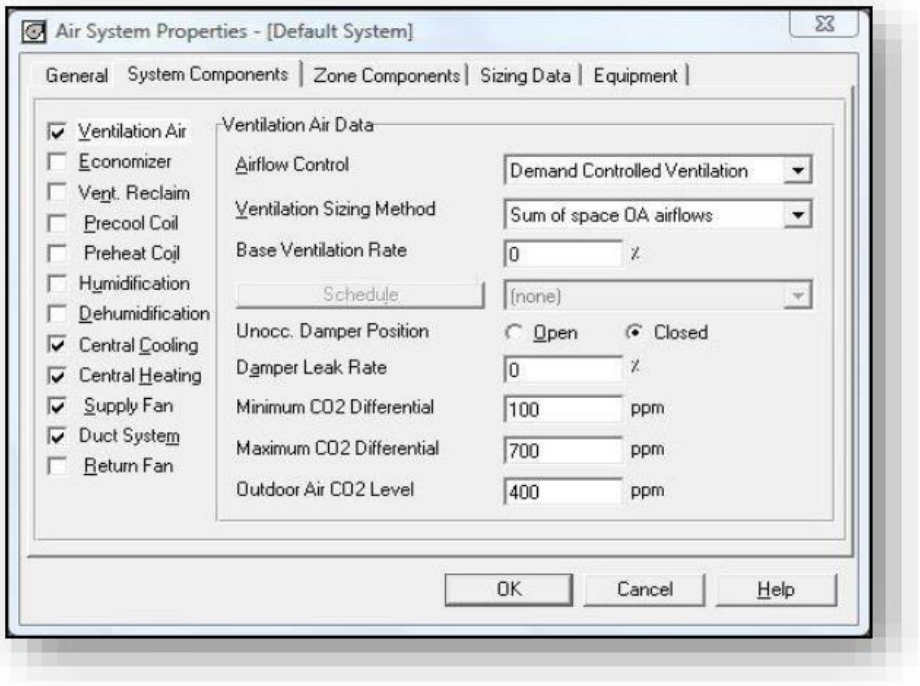
- طريقة ASHRAE Standard 62.1-2007

- طريقة ASHRAE Standard 62.1-2010

تقوم هذه الطرق بحساب معدل هواء التهوية اللازم باعتماد الطريقة المتبعة في الفصل 6.2 من ستاندرد ASHRAE 62.1 حسب سنة الإصدار. علماً أن خيار واحد من الخيارات الثلاثة سوف يظهر تبعاً للستاندرد الذي تم اعتماده من خيارات Preferences.

ملاحظة:
عند استخدام طريقة ASHRAE 62.1 يتم اعتبار التهوية على أساس عدد الأشخاص ومساحة الأرضية فقط والتي تم إضافتها عند تعريف الحيز، أما القيمة المباشرة L/s أو النسبة المئوية من هواء الإرسال فلا تؤخذ بعين الاعتبار في هذه الحالة.

- يتم اختيار توضع معير الهواء الخارجي (Damper) في حالة عدم المشغولية (Unoccupied) بين مفتوح أو مغلق (هذا الخيار غير موجود عند اختيار طريقة تحكم مجَدْولة). فإذا تم اختيار توضع المعير على وضعية مفتوح فإن تدفق هواء التهوية سيتم التحكم به بنفس الطريقة التي تم اختيارها أعلاه، أما إذا تم اختيار توضع المعير على وضعية مغلق خلال ساعات اللامشغولية، فإن تدفق هواء التهوية خلال تلك الفترة سيصبح فقط مقدار التسرب المتوقع من المعير حسب النسبة المشروحة في البند التالي.
- في الحقل Damper Leak Rate أدخل معدل تسرب الهواء من المعير Damper كنسبة من تدفق هواء التهوية التصميمي وذلك في حال كانت المعيرات مغلقة لكن ليست محكمة الإغلاق، فإذا اخترنا وضعية "مفتوح" خلال ساعات اللامشغولية في الخيار السابق فإن البرنامج لن يستخدم قيمة معدل التسرب.



الشكل 3-2

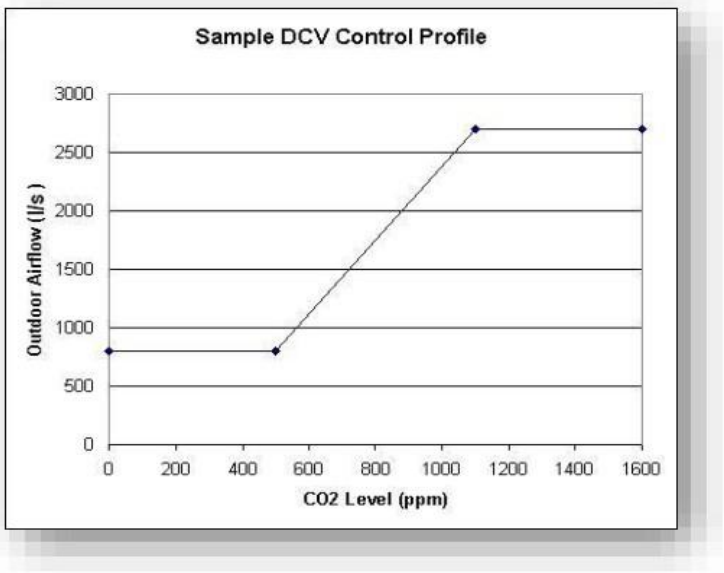
- في الحقل Outdoor Air Co_2 أدخل القيمة الوسطية لكمية Co_2 المتواجد في الهواء الخارجي بواحدة ppm [Parts per Million]، ويستخدم البرنامج هذه القيمة في تقدير مستويات Co_2 داخل المنطقة المدروسة وذلك من خلال تقرير السايكرومتري. في حال عدم توفر معلومات عن هذه القيمة يفضل استخدام القيمة 400 ppm كرقم وسطي.

- في حال اختيار طريقة تحكم بهواء التهوية "حسب الطلب"، في الحقل Minimum Co_2 Differential أدخل فرق المستوى الأصغري المطلوب بين كميتي Co_2 في الداخل والخارج وذلك بواحدة ppm.

مثـال: إذا كان مستوى Co_2 في الخارج 400 ppm وفرق المستوى الأصغري لـجزيئات Co_2 هو 100 ppm لذلك عندما يصبح مستوى Co_2 في الداخل 500 ppm أو أقل، تعمل أجهزة التحكم على ضبط معيرات الهواء الخارجي بحيث تعمل على معدل التهوية الأصغري Base Rate، وفوق القيمة 500 تعمل أجهزة التحكم على ضبط تدفق الهواء الخارجي كتابع خطي بالنسبة لمستوى Co_2 كما هو موضح بالشكل 3-3.

- في الحقل Maximum Co_2 Differential أدخل فرق المستوى الأعظمي المطلوب بين كميتي Co_2 في الداخل والخارج وذلك بواحدة ppm.

مثـال: إذا كان مستوى Co_2 في الخارج 400 ppm وفرق المستوى الأعظمي لـجزيئات Co_2 هو 700 ppm لذلك عندما يصبح مستوى Co_2 في الداخل 1100 ppm أو أكثر تعمل أجهزة التحكم على ضبط معيرات الهواء الخارجي بحيث تعمل على معدل التهوية التصميمي Design Airflow وعند كمية أقل من 1100 ppm تعمل أجهزة التحكم على ضبط تدفق الهواء الخارجي كتابع خطي بالنسبة لمستوى Co_2 كما هو موضح بالشكل 3-3.



الشكل 3-3

2.2.3. الجهاز الموفر Economizer:

يعمل الجهاز الموفر على تغيير تدفق الهواء الخارجي الداخل إلى النظام لتقليل (أو إلغاء) الحاجة إلى تبريد ميكانيكي، ففي بعض الأيام المعتدلة عندما يكون الهواء الخارجي أبرد من الحيز المراد تبريده، نلجأ إلى إدخال هواء خارجي فقط دون استخدام التبريد الميكانيكي مما يوفر من استهلاك الطاقة، وتتم هذه العملية بشكل تلقائي باستخدام الجهاز الموفر بالاعتماد على حساسات للانتالبي أو درجة الحرارة.

من القائمة المنسدلة Control اختر نوع التحكم بالجهاز الموفر، وهو على ثلاثة خيارات:

- Integrated Enthalpy: عندها يعمل الجهاز الموفر عندما يكون انتالبي الهواء الراجع أكبر من انتالبي الهواء الخارجي.
- Integrated Dry – Bulb: عندها يعمل الجهاز الموفر عندما تكون درجة الحرارة الجافة للهواء الراجع أكبر من درجة الحرارة الجافة للهواء الخارجي.
- Non-Integrated Dry – Bulb: عندها يعمل الجهاز الموفر عندما تقل درجة الحرارة الخارجية عن درجة حرارة الهواء الخارج من ملف التبريد.

في بعض الأحيان يتم تحديد استخدام الجهاز الموفر بين درجتي حرارة معينتين للهواء الخارجي تسميان بدرجتي القطع Cutoff، وفي هذه الحالة يجب تحديد درجة حرارة القطع العليا Upper Cutoff حيث لا يعمل الجهاز في حال كانت درجة الحرارة الخارجية أعلى من هذه القيمة، كما يجب تحديد درجة حرارة القطع الدنيا Lower Cutoff حيث لا يعمل الجهاز في حال كانت درجة الحرارة الخارجية أدنى من هذه القيمة. في حال عدم الرغبة بتقييد عمل الجهاز فيمكن إدخال قيم حدية لدرجات الحرارة (مثلاً: 71˚C، 51˚C-)

3.2.3. الاسترجاع الحراري Ventilation Reclaim:

يعمل جهاز الاسترجاع الحراري على مبادلة الحرارة بين الهواء الخارجي وهواء الطرد وذلك لتقليل الحمولة الحرارية للهواء الخارجي، وهذا الجهاز يمكن أن يكون على شكل مبادل حراري (هواء – هواء) أو أنابيب حرارية أو دواليب حرارية أو الدواليب المجففة أو غير ذلك.

- في البدء يتم اختيار نوع الاسترجاع فيما لو كان للحرارة المحسوسة فقط Sensible Heat كما هو بالنسبة للمبادلات الحرارية (هواء – هواء)، أو للحرارة المحسوسة والكامنة Sensible & Latent Heat كما هو بالنسبة للدواليب المجففة والتي تتبادل الحرارة والرطوبة.
- في الحقل Thermal Efficiency أدخل مردود الجهاز أي نسبة الحرارة التي يمكن نقلها ضمن الجهاز والتي تتراوح عادة بين 50 – 80 %.

- في الحقل Input Kw أدخل قيمة استهلاك الطاقة اللازمة لتشغيل جهاز الاسترجاع الحراري وذلك بالنسبة للدواليب الحرارية والدواليب المجففة، أما المبادل (هواء – هواء) والأنابيب الحرارية فلا تستهلك أي طاقة.
- في الحقل Schedule حدد الأشهر التي يتم فيها استخدام جهاز الاسترجاع الحراري.

4.2.3. التبريد الأولي Precool Coil:

يعمل ملف التبريد الأولي على تبريد وتجفيف الهواء الخارجي كمرحلة أولى، ففي الأيام الحارة والرطبة يتم تجفيف الهواء عى مرحلتين حيث يقوم ملف التبريد الأولي بتبريد وتجفيف الهواء في المرحلة الأولى ثم يقوم ملف التبريد الرئيسية بالمرحلة الثانية.

- في الحقل Setpoint أدخل قيمة درجة حرارة التحكم بملف التبريد الأولي, حيث يفترض البرنامج بأن الملف يتم التحكم به بواسطة ترموستات موجود بعد الملف مباشرة, فعلى سبيل المثال إذا كانت درجة حرارة التحكم 32˚C فإن ملف التبريد الأولي يعمل طالما أن الهواء الخارج من الملف أعلى من القيمة 32˚C.
- في الحقل Coil Bypass Factor أدخل قيمة عامل الإمرار الجانبي للملف، مع ملاحظة أنه كلما كان عامل الإمرار الجانبي أصغر كلما اقتربت درجة حرارة الهواء بعد الملف من نقطة الندى للجهاز. وعادة ما تتراوح قيمة هذا العامل بين 0.05 – 0.15
- من القائمة المنسدلة Cooling Source اختر مصدر التبريد للملف، مع العلم أنه مقيد حسب نظام التبريد الذي تم اختياره من القائمة General.
- ضمن الحقل Schedule حدد الأشهر التي يتم استخدام الملف فيها، واختر مكان توضع الملف فيما لو كان قبل نقطة المزج Upstream of Mixing Point أي يتم تبريد الهواء الخارجي في الملف الأولي ثم تتم عملية مزجه مع الهواء الراجع، أو بعد نقطة المزج Downstream of Mixing Point. حيث يؤثر مكان توضع ال ملف على رطوبة ودرجة حرارة الدخول إلى الملف، وبالتالي يحدد متى يعمل الملف ومقدار الحرارة المحسوسة والكامنة التي تقدمها.

5.2.2. التسخين الأولي Preheat Coil:

يعمل ملف التسخين الأولي على تسخين الهواء الخارجي كمرحلة أولى, ففي أيام البرد القارس شتاءاً يتم تسخين الهواء على مرحلتين حيث يقوم ملف التسخين الأولي بتسخين الهواء في المرحلة الأولى بينما يقوم ملف التسخين الرئيسي بالمرحلة الثانية. كما هو الحال في ملف التبريد الأولي, يتم إدخال

قيمة درجة حرارة التحكم Setpoint واختيار مصدر التسخين واختيار أشهر التسخين ومكان توضع الملف.

ملاحظة:
إن خيارات مصدر التسخين المتاحة هي: ملف كهربائي أو احتراق بواسطة الغاز الطبيعي أو وقود الفيول أو البروبان أو بواسطة الماء الساخن أو البخار.

6.2.3. ملف التبريد Cooling Coil:

يتم استخدام ملف التبريد للهواء الخارجي فقط في أنظمة Fan Coil عندما يكون هواء التهوية مشتركاً لجميع الوحدات، أو إذا كان نظام الهواء من نوع Tempering Ventilation، وعندها تظهر هذه القائمة ضمن التبويب Vent System Components، وبيانات الإدخال مطابقة للبيانات في ملف التبريد الأولي بدون وجود خيار توضع الملف.

7.2.3. ملف التسخين Heating Coil:

يتم استخدام ملف التسخين للهواء الخارجي فقط في أنظمة Fan Coil عندما يكون هواء التهوية مشتركاً لجميع الوحدات، أو إذا كان نظام الهواء من نوع Tempering Ventilation، وعندها تظهر هذه القائمة ضمن التبويب Vent System Components، وبيانات الإدخال مطابقة للبيانات في ملف التسخين الأولي بدون وجود خيار توضع الملف.

8.2.3. الترطيب Humidification:

يقوم المرطب بإضافة الرطوبة إلى الهواء للتحكم في الرطوبة النسبية. في الأنظمة المركزية يقوم حساس الرطوبة بقياس رطوبة الهواء الراجع للجهاز ويعطي الإشارة للمرطب بالعمل أو التوقف، بينما في أنظمة الفانكويل التي تعمل بالتهوية المشتركة أو نظام Tempering Ventilation يقوم حساس الرطوبة بقياس رطوبة الهواء الخارج من الجهاز ويعطي الإشارة للمرطب.

- في الحقل Minimum RH setpoint أدخل قيمة الرطوبة النسبية الصغرى للنظام، فعلى سبيل المثال في الأنظمة المركزية إذا كانت قيمة الرطوبة النسبية الصغرى المحددة 30% فإن النظام سيضيف الرطوبة للهواء لمنع رطوبة الهواء الراجع من الانخفاض تحت القيمة 30% فإذا زادت الرطوبة النسبية عن 30% يقوم المرطب بتمرير الهواء دون زيادة رطوبته. بينما في الأنظمة ذات تهوية 100% إذا كانت قيمة الرطوبة النسبية الصغرى المحددة 30% فإن النظام سيضيف الرطوبة للهواء لمنع رطوبة الهواء الخارج من الجهاز

من الانخفاض تحت القيمة 30% فإذا زادت الرطوبة النسبية عن 30% يقوم المرطب بتمرير الهواء دون زيادة رطوبته.

- من القائمة المنسدلة Humidifier Type اختر نوع المرطب المستخدم، علماً أن اختيار نوع المرطب يؤثر في استطاعة محطة المراجل كما أنه يحدد نوع الطاقة المستهلكة هل هي كهرباء أم وقود.
  - Self-Contained Steam – Electric: يتم توليد بخار الترطيب بواسطة ملف كهربائي يقوم بتسخين ماء موجود ضمن حوض ثم يتم حقن هذا البخار في هواء الإرسال.
  - Self-Contained Steam – Natural Gas: يتم توليد بخار الترطيب بواسطة ماء مسخن يتبادل الحرارة مع مبادل حراري يعمل على الغاز الطبيعي.
  - Self-Contained Steam – Propane: يتم توليد بخار الترطيب بواسطة ماء مسخن يتبادل الحرارة ضمن مبادل حراري يعمل على البروبان.
  - Direct Steam Injection: يتم توليد البخار المرطب بواسطة مولد بخار مركزي ومن ثم يتم حقن البخار مباشرة ضمن هواء الإرسال.
  - Heated Pan – Steam HX: يقوم مولد البخار بتوليد البخار وتمريره ضمن مبادل حراري مغموس في خزان ماء لتوليد بخار نظيف يتم حقنه ضمن هواء الإرسال.
  - Heated Pan – Hot Water HX: يقوم مرجل ماء بتوليد ماء ساخن وتمريره ضمن مبادل حراري مغموس في خزان ماء لتوليد بخار نظيف يتم حقنه ضمن هواء الإرسال.
- ضمن الحقل Input Power أدخل قيمة الطاقة الكهربائية اللازمة لتوليد كغ من البخار لكل ساعة، أي بواحدة Kwh/Kg، وذلك للخيارات الثلاثة الأولى، أي الموجودة ضمن جهاز التكييف، وهذا الحقل يستخدم في حساب كلفة الطاقة للنظام.

9.2.3. التجفيف Dehumidification:

يقوم المجفف بإزالة الرطوبة من الهواء حسب حاجة النظام. في الأنظمة المركزية يقوم حساس الرطوبة بقياس رطوبة الهواء الراجع للجهاز ويعطي الإشارة لملف التبريد المركزي مع ملف إعادة التسخين للمحافظة على الرطوبة النسبية للمنطقة المكيفة عند القيمة العظمى المحددة، بينما في أنظمة الفانكويل التي تعمل بالتهوية المشتركة أو نظام Tempering Ventilation يقوم حساس الرطوبة بقياس رطوبة الهواء الخارج من الجهاز ويعطي الإشارة لملف التبريد وملف التسخين للمحافظة على الرطوبة النسبية للهواء الخارج من الجهاز عند القيمة العظمى المحددة.

- ضمن الحقل Minimum RH setpoint أدخل قيمة الرطوبة النسبية العظمى المسموح بها، فعلى سبيل المثال: في الأنظمة المركزية إذا كانت قيمة الرطوبة النسبية العظمى المحددة 60% فإن ملف التبريد سيقوم بتجفيف هواء الإرسال لمنع رطوبة الهواء الراجع من الارتفاع فوق القيمة 60% كما أن ملف التسخين يقوم بالمحافظة على درجة حرارة الحيز ضمن المجال المحدد حتى لا يحدث تبريد زائد، فإذا انخفضت الرطوبة النسبية تحت 60% تقوم الملفات بتمرير الهواء دون تغيير رطوبته. بينما في الأنظمة ذات تهوية 100% إذا كانت قيمة الرطوبة النسبية العظمى المحددة 60% فإن ملف التبريد سيقوم بتجفيف هواء الإرسال لمنع رطوبة الهواء الخارج من الجهاز من الارتفاع فوق القيمة 60% كما أن ملف التسخين يقوم بالمحافظة على درجة حرارة الإرسال ضمن المجال المحدد حتى لا تنخفض ويحدث تبريد زائد، فإذا انخفضت الرطوبة النسبية تحت 60% تقوم الملفات بتمرير الهواء دون تغيير رطوبته.

- في حال **عدم** استخدام تدفئة مركزية Central Heating من القائمة System Components تظهر قائمة منسدلة لاختيار مصدر التسخين Heating Source وعندها يجب اختيار المصدر من القائمة، علماً أن خيارات مصدر التسخين المتاحة هي: ملف كهربائي أو احتراق بواسطة الغاز الطبيعي أو وقود الفيول أو البروبان أو بواسطة الماء الساخن أو البخار.

10.2.3 التبريد المركزي Central Cooling:

يعمل التبريد المركزي على تبريد الهواء في الملف المركزي.

- في البداية يتم اختيار بارامتر التغذية المراد التحكم به من القائمة، وهنا يوجد ثلاثة خيارات:

  - Supply Temp.: وهنا تعتبر درجة حرارة هواء الإرسال الخارج من فتحات الإرسال هي معيار التصميم, ويتم إدخال قيمة درجة الحرارة في الحقل المقابل. وهذا الخيار هو الوحيد المتاح في حال تم اختيار نظام نوع CAV Dual Duct أو 2-Deck أو 3-Deck أو نظام نوع VAV.

> ملاحظة:
> يجب الانتباه أنه في حال وجود كسب حراري لمجرى الهواء فإن درجة حرارة الهواء الخارج من جهاز التبريد تكون أقل من درجة حرارة هواء التغذية التصميمية التي تم تحديدها.

  - Supply L/s: وهنا يعتبر تدفق الهواء المطلق بواحدة L/s هو معيار التصميم ويتم إدخال قيمة تدفق هواء التغذية الخارج من مروحة الإرسال في الحقل المقابل, هذا التدفق سيتم توزيعه للمناطق في الأنظمة متعددة المناطق وذلك اعتماداً على نسبة حمولات الذروة

للحرارة المحسوسة لكل منطقة, وهذا التدفق يستخدم في حساب درجة حرارة هواء الإرسال التصميمية.

ملاحظة:
يجب الانتباه أنه في حال وجود تسرب من مجرى الهواء فإن كمية الهواء الواصل إلى فتحات إرسال الهواء تكون أقل من كمية تدفق الهواء التي تم تحديدها، لذلك عند تحديد تدفق الهواء يجب إضافة هامش للتسرب.

- Supply $L/s/m^2$: في هذه الحالة يعتبر تدفق الهواء بالنسبة لمساحة الأرضية أي بواحدة $L/s/m^2$ هو معيار التصميم, وهنا يقوم البرنامج باحتساب تدفق النظام الكلي كحاصل جداء قيمة التدفق $L/s/m^2$ بمساحة الأرضية الكلية, وهنا يكون تدفق كل منطقة حسب مساحة الأرضية للمنطقة. وينطبق ما تم ذكره سابقاً عن التسرب المطلق على هذه الحالة أيضاً.

- ضمن الحقل Coil Bypass Factor أدخل قيمة عامل الإمرار الجانبي للملف, مع ملاحظة أنه كلما كان عامل الإمرار الجانبي أصغر كلما اقتربت درجة حرارة الهواء الخارج من نقطة الندى للجهاز وبالتالي نقصت قيمة الرطوبة النسبية الناتجة في الحيز. وعادة ما تتراوح قيمة هذا العامل بين 0.05 – 0.15

- من القائمة المنسدلة Cooling Source اختر مصدر التبريد المستخدم مع العلم أن الخيارات مقيدة حسب نوع نظام التبريد المستخدم.

- من الحقل Schedule حدد أشهر التبريد للنظام.

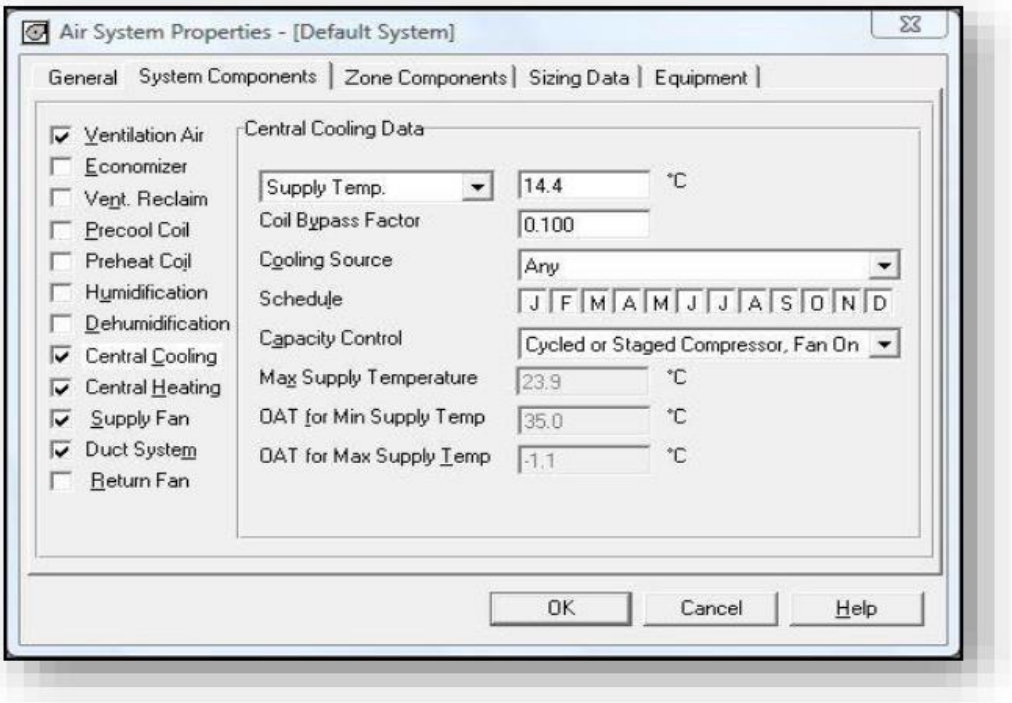
- من القائمة المنسدلة Capacity Control اختر طريقة التحكم بسعة التبريد، وهنا لدينا الخيارات التالية:

- Constant Temp, Fan Cycled: أي يتم تغيير سعة التبريد بتشغيل أو إيقاف مروحة الإرسال مع ثبات درجة حرارة الإرسال, وهذا الخيار متاح فقط لوحدات المعالجة التي تستخدم الماء البارد مع نظام CAV لمنطقة واحدة.

- Constant Temp, Fan On: خلال ساعات المشغولية تعمل المروحة بشكل مستمر للتكييف والتهوية, ويتم إرسال الهواء إلى فتحات الإرسال عند درجة حرارة الإرسال التصميمية, ونتيجة لأن هذا النوع من التحكم يؤمن تبريداً أعظمياً في كل الأوقات, لذا يجب تغيير سعة التبريد إما بتغيير تدفق هواء الإرسال كما هو الحال في أنظمة VAV, أو بإعادة التسخين كما هو الحال في أنظمة CAV مع إعادة تسخين, أو مجاري ثنائية Dual Duct أو مناطق متعددة Multizone.

- Cycled or Staged Compressor, Fan On: خلال ساعات المشغولية تعمل مروحة الإرسال بشكل مستمر للتكييف والتهوية بينما يتم تغيير سعة التكييف في نظام DX بإيقاف وتشغيل الضواغط أو تشغيل الضاغط على مراحل, وفي نظام CW يتم ذلك من خلال تغيير تدفق الماء أو درجة حرارة الماء.

- Temperature Reset by Greatest Zone Demand: خلال ساعات المشغولية تعمل المروحة بشكل مستمر, ويتم ضبط درجة حرارة هواء الإرسال وفقاً لأكبر حمولة تبريد محسوس بين المناطق, وعند اختيار هذا النوع من التحكم يجب تحديد درجة حرارة هواء الإرسال العظمى المسموح بها ضمن الحقل Max Supply Temperature.

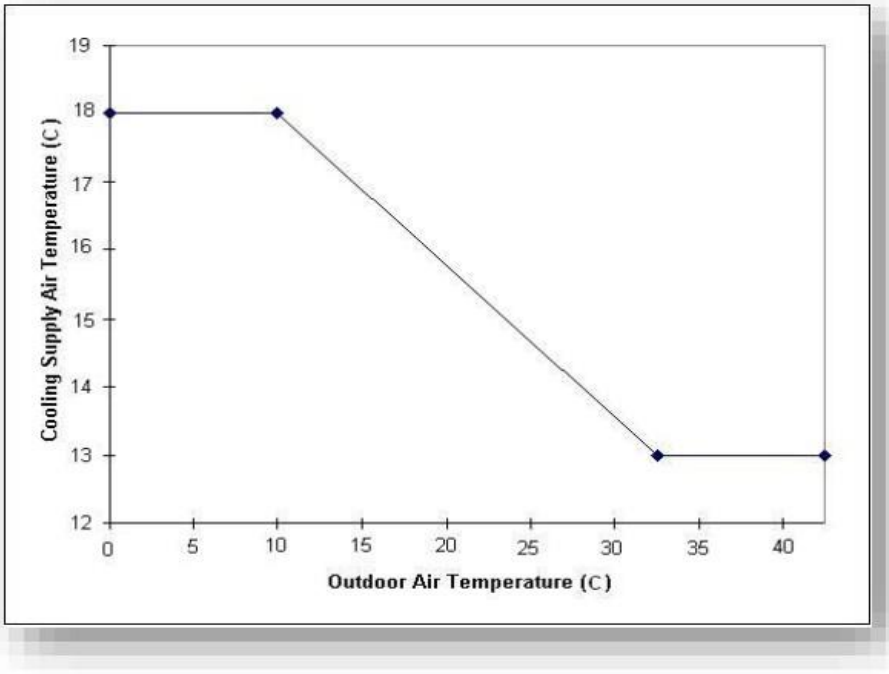


الشكل 3-4

- Temperature Reset by Outdoor Air Schedule: يتم ضبط درجة حرارة هواء الإرسال وفقاً لجدول عمل درجة حرارة الهواء الخارجي, وعند اختيار هذا النوع من التحكم يجب تحديد درجة حرارة هواء الإرسال الصغرى والعظمى الموافقة لدرجات الحرارة الخارجية. إن درجة حرارة هواء الإرسال الأصغرية هي دائماً القيمة التصميمية، لذا يتبقى إدخال قيمة درجة حرارة الإرسال العظمى، ودرجة حرارة الهواء الخارجي الموافق لدرجة حرارة الإرسال الصغرى (التصميمية) ضمن الحقل OAT for Min.

Supply Temp. ودرجة حرارة الهواء الخارجي الموافقة لدرجة حرارة الإرسال العظمى ضمن الحقل OAT for Max. Supply Temp.

مثال: درجة حرارة هواء الإرسال التصميمية (الصغرى) 13°C ودرجة حرارة هواء الإرسال العظمى 18°C، تستخدم درجة حرارة الإرسال التصميمية عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي 33°C أو أكثر، وتستخدم درجة حرارة الإرسال العظمى عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي 10°C أو أقل، بين القيمتين 33°C و 10°C فإن درجة حرارة هواء الإرسال تتغير بشكل تابع خطي لدرجة الحرارة الخارجية.



الشكل 3-5

في حال اختيار النظام VVT يظهر لدينا حقلان جديدان:

- Bypass Airflow: ويعبر عن نسبة تدفق هواء الإمرار الجانبي من هواء الإرسال إلى الهواء الراجع, ويستخدم الإمرار الجانبي في هذا النظام عندما ينخفض معدل تدفق هواء الإرسال تحت قيمة معينة, وتتم هذه العملية للمحافظة على معدل التدفق الأصغري وللمحافظة على ضغوط مقبولة للنظام, ويتم إدخال القيمة كنسبة مئوية من معدل تدفق هواء التغذية الأعظمي.

مثال: إذا كان معدل تدفق هواء التغذية التصميمي 1000 l/s وكان تدفق الإمرار الجانبي 75%، فإن الهواء سيتم تمريره جانبياً طالما أن معدل تدفق هواء الإرسال اللازم للمناطق يقل عن القيمة 750 l/s.

- Changeover Time: يعبر عن الوقت اللازم للتغيير من وضعية التبريد إلى التدفئة بواحدة الدقيقة. إن أنظمة VVT تعمل بأربع وضعيات كل ساعة: تبريد، تدفئة، تغيير وضعية وتوقف، لذلك فإن زمن فترة التغيير يؤثر على الفترات المتبقية للوضعيات الثلاثة الأخرى وبالتالي يؤثر على استهلاك الطاقة أي الكلفة.

في حال اختيار النظام Four Pipe Induction تظهر لدينا القائمة Ventilation Sizing Method لتحديد طريقة حساب التهوية لهذا النظام.

11.2.3. التدفئة المركزية Central Heating:

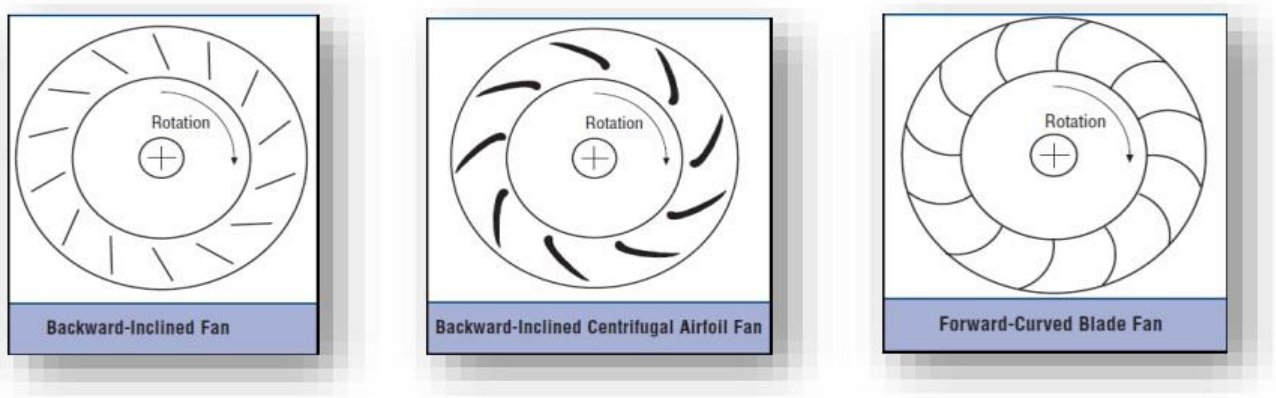
تعمل التدفئة المركزية على تدفئة الهواء في الجهاز المركزي.

- في الحقل Design Temperature أدخل قيمة درجة حرارة هواء الإرسال التصميمية اللازمة للتدفئة.
- من القائمة المنسدلة Heating Source اختر مصدر التدفئة المستخدم مع ملاحظة أن الخيارات تتغير بتغير جهاز التكييف الذي تم اختياره، والخيارات المتاحة هي: مضخة حرارية وملف كهربائي أو احتراق بواسطة الغاز الطبيعي أو وقود الفيول أو البروبان أو بواسطة الماء الساخن أو البخار.
- من الحقل Schedule حدد أشهر التدفئة.
- من القائمة المنسدلة Capacity Control اختر طريقة التحكم بسعة التدفئة، وهي مشابهة لخيارات التحكم بسعة التبريد.
- في الحقل Min Supply Temp. أدخل قيمة درجة حرارة الإرسال الصغرى.
- في الحقل OAT for Min. Supply Temp. أدخل قيمة درجة حرارة الهواء الخارجي المقابلة لدرجة حرارة الإرسال الصغرى.
- في الحقل OAT for Max. Supply Temp. أدخل قيمة درجة حرارة الهواء الخارجي المقابلة لدرجة حرارة الإرسال العظمى.

12.2.3. مروحة الإرسال Supply Fan:

هذه اللوحة مخصصة لإدخال البيانات الخاصة بمروحة الإرسال، ويمكن أن يكون اسم اللوحة Hot Deck Fan عند اختيار النظام VAV 2-Fan Dual Duct أو أن يكون Vent. Fan عند اختيار النظام Tempering Ventilation.

- من القائمة المنسدلة Fan Type اختر نوع المروحة المستخدمة في النظام، والغاية من اختيار نوع المروحة في أنظمة CAV هو إظهار وتحديد مردود المروحة، أما بالنسبة لأنظمة VAV فالغاية من اختيار نوع المروحة هو إظهار كل من مردود المروحة ومنحني أداء الحمولة الجزئية، لكن بالطبع فإن المستخدم غير ملزوم باستخدام هذه القيم ويمكن التعديل عليها. وإن الخيارات المتاحة لنوع المروحة هي:
  - شفرات منحنية للأمام Forward Curved.
  - شفرات منحنية للأمام مع معيرات تدفق FC with Dampers.
  - شفرات منحنية للأمام مع محور متغير التردد FC with Variable Frequency Drive.
  - شفرات منحنية للأمام مع محور متغير السرعة FC with Variable Speed Drive.
  - شفرات منحنية للأمام مع شفرات توجيه للدخول FC with Inlet Guide Vanes.
  - شفرات مستقيمة للخلف أو ذات شكل انسيابي Backward Inclined or Airfoil.
  - شفرات مستقيمة للخلف مع شفرات توجيه للدخول BI with Inlet Guide Vanes.
  - شفرات مستقيمة للخلف مع محور متغير التردد BI with Variable Freq. Drive.
  - شفرات مستقيمة للخلف مع محور متغير السرعة BI with Variable Speed Drive.
  - محورية ذات ميل شفرات متحكم به Controlled Pitch Axial.
  - مروحة نوع ASHRAE Std 90.1-2004 Appendix G Fan.
  - مروحة معرفة من قبل المستخدم User-Defined Fan.
- يمكن الاختيار فيما لو كانت المروحة مروحة سحب Draw-Thru أي بعد ملف التبريد، أو مروحة دفع Blow-Thru أي قبل ملف التبريد. ويؤثر توضع المروحة على الحمولة الكامنة لملف التبريد بما أنها تؤثر على درجة حرارة الدخول للملف (بالنسبة لمروحة الدفع) أو درجة حرارة الخروج من الملف (بالنسبة لمروحة السحب), وكلاهما يؤثر على نقطة الندى للجهاز. يلاحظ أنه بالنسبة لبعض الأنظمة مثل Dual Duct أو غيرها لا يمكن تغيير توضع المروحة.

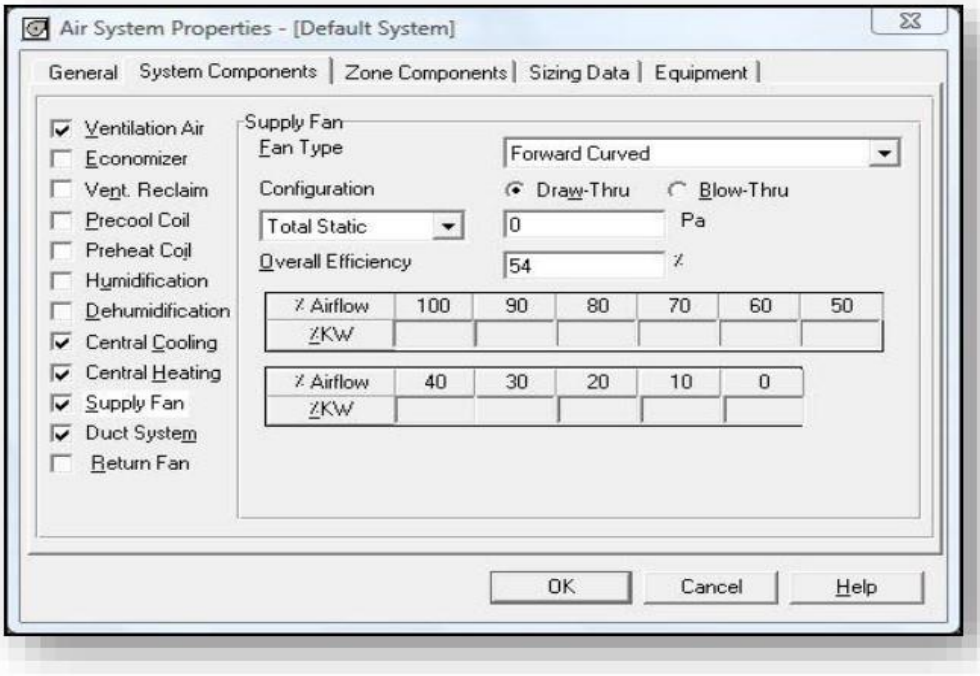


الشكل 3-6

- يقوم البرنامج بحساب مقدار الكسب الحراري الناتج عن مرور الهواء على محرك المروحة وبالتالي مقدار الارتفاع في درجة حرارة هواء الإرسال، كما يقوم بحساب الاستهلاك الكهربائي للمروحة، ويتم ذلك من القائمة المنسدلة لأداء المروحة حيث نحدد أحد الخيارات التالية:
  - BHP: أدخل قيمة استطاعة الكبح الميكانيكية لمحرك المروحة بالحصان, وهذه القيمة تستخدم لتحديد استطاعة الدخل لمحرك المروحة والكسب الحراري للمروحة.
  - Total Static: أدخل قيمة الضغط الاستاتيكي للمروحة, وهذه القيمة تستخدم مع المردود في تحديد استطاعة الدخل لمحرك المروحة والكسب الحراري للمروحة.
  - Motor Kw: أدخل قيمة الاستطاعة الكهربائية لمحرك المروحة, وتستخدم هذه القيمة لتحديد الكسب الحراري للمروحة.
  - W/ (L/s): أدخل قيمة الاستطاعة الكهربائية لمحرك المروحة لواحدة تدفق المروحة L/s عند الشروط التصميمية.
  - App G Fan KW 90.1: هذا الخيار يحدد الاستطاعة الكهربائية للمروحة باستخدام الحسابات المتبعة في الملحق G من الكود ASHRAE 90.1.
- في الحقل Overall Efficiency أدخل قيمة المردود الكلي للمروحة في حال اعتماد هبوط الضغط الستاتيكي كقيمة مرجعية، ويصبح اسم الحقل Motor Efficiency في حال اعتماد استطاعة الكبح الميكانيكية كقيمة مرجعية وعندها نحدد مردود محرك المروحة.
- عند استخدام نظام VAV مع اختيار مروحة بتعريف المستخدم User Defined يمكن عندها إدخال قيم استطاعة محرك المروحة كتابع للتدفق.
- عند استخدام نظام CAV Tempering Ventilation يصبح اسم القائمة Vent. Fan وعندها يجب اختيار جدول عمل المروحة ضمن الحقل Schedule, مع تحديد القيمة الوسطية

HVACAC-P-002

لدرجة حرارة المنطقة ضمن الحقل Average Zone Temperature, وباعتبار أن هذا النوع من الأنظمة لا يتصل بأي ترموستات ضمن المنطقة فإنه لا يتحكم بدرجة حرارة المنطقة لذلك يتم تحديد درجة حرارة المنطقة بشكل وسطي وهي القيمة التي تتأرجح حولها درجة حرارة الإرسال لهذا النظام.



الشكل 3-7

ملاحظة:
إن تقدير استطاعة المروحة أو هبوط الضغط اللازم قبل معرفة استطاعة الجهاز أمر صعب جداً، لذلك غالباً ما نقوم بتقدير هبوط الضغط الستاتيكي مع المردود، والأمر يحتاج إلى خبرة كبيرة.

13.2.3. نظام مجاري الهواء Duct System:

تحتوي هذه القائمة على معلومات عن الكسب الحراري (الضياع) أو تسربات مجرى هواء الإرسال أو معلومات خاصة بالهواء الراجع.

- ضمن الحقل Duct Heat Gain أدخل نسبة الكسب الحراري للمجرى (أو الضياع) لمجرى هواء الإرسال بالنسبة للحرارة المحسوسة الكلية وذلك نتيجة مرور هذا المجرى ضمن حيز السقف المستعار أو الأماكن غير المكيفة والتي تتراوح عادة بين 1 - 2%. يجب الانتباه عند إدخال نسبة الكسب الحراري للمجرى أن نخفض درجة حرارة الإرسال التصميمية (صيفاً) لتعويض كمية الكسب المضاف وذلك في القائمة Central Cooling.

HVACAC-P-002

- ضمن الحقل Duct Leakage أدخل نسبة تسرب الهواء من تدفق الهواء الكلي والتي تتراوح عادة بين 1 – 3% فيما لو كان تصميم وتركيب المجرى جيداً وقد ترتفع النسبة إلى 10% أو أكثر في حال كان تصميم أو تركيب المجرى سيئاً. ويجب الانتباه إلى أنه عند إدخال نسبة تسرب الهواء فإن كمية تدفق الهواء التي تصل إلى المناطق المدروسة ستكون أقل من تدفق الهواء الخارج من المروحة لذلك يجب زيادة تدفق هواء الإرسال لتعويض هذا التسرب.

- يمكن اختيار حالة الهواء الراجع إما ضمن مجرى هوائي Ducted Return أو ضمن السقف المستعار Return Air Plenum. عند اختيار هواء راجع ضمن مجرى هوائي فإن الكسب الحراري الناتج عن الجدران والسقف والإنارة سينعكس بالكامل على الغرفة ولا يتم تحميله على الهواء الراجع أما في حال استخدام السقف المستعار كراجع (عدم وجود مجرى راجع) فإن جزءاً من الكسب الحراري الناتج عن الجدران والسقف والإنارة يتحمله الهواء الراجع مما يخفف من الكسب الحراري للحيز، لذلك يجب تحديد نسبة هذا الكسب ضمن الحقول:
  - Wall Heat Gain to Plenum: هنا يجب إدخال نسبة الحرارة المنعكسة إلى فراغ السقف المستعار من الحرارة المكتسبة الكلية للجدار وذلك في حال كان السقف بجوار **جدار خارجي**, ويمكن حساب هذه النسبة بتقسيم مساحة الجدارالخارجي المجاور للسقف المستعار على مساحة الجدار الخارجي الكلية, وبالتالي الكسب الحراري الكلي للجدار الخارجي سينقسم إلى جزئين: جزء ينعكس على الحيز المكيف مباشرة وجزء ينعكس على حيز السقف المستعار.

    مثال: مجموعة غرف ارتفاعها 4 m, وتدلي السقف المستعار 1 m فإذا كان مجموع أطوال الجدران الخارجية يبلغ 20 m فإن مساحة الجدران الكلية تساوي 80 m^2 ومساحة الجدران الخارجية المجاورة لفراغ السقف المستعار تبلغ 20 m^2 لذلك فإن نسبة الكسب الحراري للسقف المستعار من الجدار تبلغ 25% = 20x100/80. أو يمكن تقسيم تدلي السقف المستعار على الارتفاع الكلي للجدار للحصول على نفس النسبة أي 1x100/4

  - Roof Heat Gain to Plenum: عادة ما تتراوح نسبة الحرارة المنعكسة من السقف النهائي إلى فراغ السقف المستعار بين 60% و 95% وذلك تبعاً لتدلي السقف المستعار وأبعاده وسرعة الهواء وتدفقه, وبشكل وسطي يمكن اعتماد النسبة 70%.

  - Lighting Heat Gain to Plenum: بالنسبة للإنارة غير المهواة والمركبة ضمن سقف مستعار فإن نسبة الحرارة المنتقلة إلى السقف المستعار تتراوح ما بين 30 و 40%, بينما بالنسبة للإنارة المهواة المركبة ضمن سقف مستعار فتصل النسبة إلى 40 و 50%, أما بالنسبة للإنارة ذات التعليق الحر فإن النسبة تصبح صفراً.

14.2.3. مروحة السحب Return Fan:

هذه القائمة مخصصة لإدخال البيانات الخاصة بمروحة الهواء الراجع إن وجدت. والبيانات الخاصة بهذه القائمة مطابقة للبيانات المخصصة لمروحة الأرسال.

HVACAC-P-002