

أساسيات تقنية تكييف الهواء

ظروف التصميم

الجدارة: معرفة ظروف التصميم لتكييف الهواء**الأهداف:**

عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادرا على:

- معرفة ظروف التصميم الخارجية والداخلية لتكييف الهواء.
- معرفة العوامل التي تؤثر على راحة الانسان.
- معرفة ظروف الراحة صيفاً وشتاءً.
- تحديد نقطة التغذية للهواء.
- تحديد معامل الحرارة المحسوسة وتمثيل خط الغرفة على الخريطة السيكرومترية.
- معرفة متطلبات التهوية.

مستوى الأداء المطلوب:

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

الوقت المتوقع للتدريب:

٥ ساعات تدريبية.

الوحدة الرابعة : ظروف التصميم

Design Conditions

مقدمة

تؤثر ظروف التصميم الداخلية والخارجية على مقدار الأحمال الحرارية للحيز المكيف وعليه يتم اعتبار قيم معينة لدرجة الحرارة الجافة والرطوبة وكذلك الرطوبة النسبية لكل من أحوال التصميم الخارجية و الداخلية. وعادة يتم اختيار وحدة نظام التكييف أكبر وقد تعمل في كثير من الأحوال عند أحمال جزئية مما يقلل من كفاءة الوحدة، لكنه وجد أنه في الحالات الحرجة ولمدة محددة من الوقت أن نقصان حجم وحدة التكييف بمقدار بسيط قد لا يؤثر كثيرا على راحة الإنسان وعليه غالبا يكون الاختيار على 97.5% من أحوال التصميم.

ظروف التصميم : Design Conditions

أ- الظروف الخارجية Outdoor Conditions

بالنسبة لمدينة الرياض مثلاً قد تم اختيار شهر يوليو ليناسب أحوال التصميم الخارجية مع اعتبار

القيم التالية كأحوال تصميم خارجية صيفا :

a- 43°C dry-bulb temperature (db) b- 26°C wet-bulb temperature (wb)

بالنسبة لمدينة الرياض قد تم اختيار شهر يناير ليناسب أحوال التصميم الخارجية مع اعتبار القيم التالية

كأحوال تصميم خارجية شتاء :

a- dry-bulb temperature (db) 3°C

b- wet-bulb temperature (wb) 0°C

| hr | Jan. | | Feb. | | Mar. | | Apr. | | May | | Jun. | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | db | wb | db | wb | db | wb | db | wb | db | wb | db | wb |
| 1 | 15.38 | 12.44 | 17.00 | 14.22 | 20.33 | 17.28 | 22.89 | 18.61 | 25.67 | 20.56 | 27.33 | 21.61 |
| 2 | 14.44 | 12.06 | 16.11 | 13.89 | 19.44 | 17.00 | 22.00 | 18.33 | 24.78 | 20.06 | 26.44 | 21.38 |
| 3 | 13.72 | 11.83 | 15.39 | 13.61 | 18.72 | 16.72 | 21.28 | 18.11 | 24.06 | 19.83 | 25.72 | 21.17 |
| 4 | 13.17 | 11.61 | 14.83 | 13.39 | 18.17 | 16.56 | 20.72 | 17.89 | 23.50 | 19.67 | 25.17 | 21.00 |
| 5 | 13.00 | 11.50 | 14.67 | 13.33 | 18.00 | 16.50 | 20.56 | 17.89 | 23.33 | 19.61 | 25.00 | 20.94 |
| 6 | 13.33 | 11.67 | 15.00 | 13.44 | 18.33 | 16.61 | 20.89 | 17.94 | 23.67 | 19.72 | 25.33 | 21.06 |
| 7 | 14.22 | 12.00 | 15.89 | 13.78 | 19.22 | 16.89 | 21.78 | 18.28 | 24.56 | 20.00 | 26.22 | 21.28 |
| 8 | 15.83 | 12.67 | 17.50 | 14.39 | 20.83 | 17.44 | 23.39 | 18.78 | 26.17 | 20.44 | 27.83 | 21.78 |
| 9 | 18.17 | 13.50 | 19.83 | 15.22 | 23.17 | 18.17 | 25.72 | 19.44 | 28.50 | 21.11 | 30.17 | 22.39 |
| 10 | 20.83 | 14.50 | 22.50 | 16.17 | 25.83 | 19.00 | 28.39 | 20.28 | 31.17 | 21.89 | 32.83 | 23.11 |
| 11 | 23.83 | 15.56 | 25.50 | 17.17 | 28.83 | 19.49 | 31.39 | 21.11 | 34.17 | 22.67 | 35.83 | 23.83 |
| 12 | 26.67 | 16.56 | 28.33 | 18.06 | 31.67 | 20.72 | 34.22 | 21.89 | 37.00 | 23.39 | 38.67 | 24.56 |
| 13 | 28.83 | 17.28 | 30.50 | 18.72 | 33.83 | 21.33 | 36.39 | 22.50 | 39.17 | 23.94 | 40.83 | 25.11 |
| 14 | 30.22 | 17.72 | 31.89 | 19.17 | 35.22 | 21.72 | 37.78 | 22.83 | 40.56 | 24.33 | 42.22 | 25.44 |
| 15 | 30.78 | 17.89 | 32.44 | 19.33 | 35.78 | 21.89 | 38.33 | 23.00 | 41.11 | 24.44 | 42.78 | 25.56 |
| 16 | 30.22 | 17.72 | 31.89 | 19.17 | 35.22 | 21.72 | 37.78 | 22.83 | 40.56 | 24.33 | 42.22 | 25.44 |
| 17 | 29.00 | 17.33 | 30.76 | 18.78 | 34.00 | 21.39 | 36.11 | 22.56 | 38.89 | 24.00 | 41.00 | 25.17 |
| 18 | 27.06 | 16.67 | 28.72 | 18.17 | 32.06 | 20.83 | 34.61 | 22.00 | 37.39 | 23.50 | 39.06 | 24.67 |
| 19 | 24.72 | 15.89 | 26.39 | 17.44 | 29.72 | 20.22 | 32.28 | 21.39 | 35.06 | 22.89 | 36.72 | 24.11 |
| 20 | 22.44 | 15.11 | 24.11 | 16.67 | 27.44 | 19.50 | 30.00 | 20.72 | 32.78 | 22.28 | 34.44 | 23.50 |
| 21 | 20.44 | 14.39 | 22.11 | 16.00 | 25.44 | 18.89 | 28.00 | 20.17 | 30.78 | 21.78 | 32.44 | 23.00 |
| 22 | 18.67 | 13.72 | 20.33 | 15.39 | 23.67 | 18.33 | 26.22 | 19.61 | 29.00 | 21.28 | 30.67 | 22.50 |
| 23 | 17.28 | 13.22 | 18.94 | 14.94 | 22.28 | 17.89 | 24.83 | 19.22 | 27.61 | 20.89 | 29.28 | 22.17 |
| 24 | 16.22 | 12.78 | 17.89 | 14.50 | 21.22 | 17.56 | 23.78 | 18.89 | 26.56 | 20.56 | 28.22 | 21.83 |

جدول (٤ - ١): درجات الحرارة الجافة والرطبة لمدينة الرياض

Riyadh Cooling Design Temperature Profile

| hr | July | August | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. |
|----|------|--------|-------|------|------|------|
|----|------|--------|-------|------|------|------|

| | db | wb | db | wb | db | wb | db | wb | db | wb | db | wb |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 27.09 | 21.61 | 27.89 | 21.61 | 26.44 | 20.56 | 24.00 | 19.00 | 19.78 | 16.89 | 16.44 | 13.78 |
| 2 | 27.00 | 21.39 | 27.00 | 21.39 | 25.56 | 20.33 | 23.11 | 18.72 | 18.89 | 16.56 | 15.56 | 13.44 |
| 3 | 26.28 | 21.17 | 26.28 | 21.17 | 24.83 | 20.11 | 22.39 | 18.50 | 18.17 | 16.33 | 14.83 | 13.17 |
| 4 | 25.72 | 21.00 | 25.72 | 21.00 | 24.28 | 19.94 | 21.83 | 18.33 | 17.61 | 16.17 | 14.82 | 13.00 |
| 5 | 25.56 | 20.94 | 25.56 | 20.44 | 24.11 | 19.89 | 21.67 | 18.28 | 17.44 | 16.11 | 14.11 | 12.94 |
| 6 | 25.89 | 21.05 | 25.89 | 21.05 | 24.44 | 20.00 | 22.00 | 18.39 | 17.78 | 16.22 | 14.44 | 13.06 |
| 7 | 26.78 | 21.28 | 26.78 | 21.28 | 25.33 | 20.24 | 22.89 | 18.67 | 18.67 | 16.50 | 15.33 | 13.38 |
| 8 | 28.39 | 21.78 | 28.39 | 21.78 | 26.94 | 20.72 | 24.50 | 19.17 | 20.28 | 17.06 | 16.94 | 14.00 |
| 9 | 30.72 | 22.79 | 30.72 | 22.39 | 29.28 | 21.39 | 26.83 | 19.83 | 22.61 | 17.78 | 19.28 | 14.83 |
| 10 | 33.39 | 23.11 | 33.39 | 23.11 | 31.94 | 22.11 | 29.05 | 20.61 | 25.28 | 18.67 | 21.94 | 15.78 |
| 11 | 36.39 | 23.89 | 36.39 | 23.89 | 34.94 | 22.89 | 32.50 | 21.50 | 28.27 | 19.56 | 24.94 | 16.78 |
| 12 | 39.22 | 24.56 | 39.22 | 24.56 | 37.78 | 23.67 | 35.33 | 22.22 | 31.11 | 20.39 | 27.78 | 17.72 |
| 13 | 41.39 | 25.11 | 41.39 | 25.11 | 39.94 | 24.17 | 37.50 | 22.83 | 33.28 | 21.00 | 29.94 | 18.39 |
| 14 | 42.78 | 25.44 | 42.78 | 25.44 | 41.33 | 24.56 | 38.89 | 23.22 | 34.67 | 21.39 | 31.33 | 18.83 |
| 15 | 43.33 | 25.56 | 43.33 | 25.66 | 41.89 | 24.67 | 39.44 | 23.33 | 35.22 | 21.56 | 31.89 | 19.00 |
| 16 | 42.78 | 25.44 | 42.78 | 25.44 | 41.33 | 24.56 | 38.89 | 23.22 | 34.67 | 21.39 | 31.33 | 18.83 |
| 17 | 41.56 | 25.17 | 41.56 | 25.17 | 40.11 | 24.22 | 39.67 | 22.89 | 33.44 | 21.06 | 30.11 | 18.44 |
| 18 | 39.61 | 24.67 | 39.61 | 24.67 | 38.17 | 23.72 | 35.72 | 22.33 | 31.50 | 20.50 | 28.17 | 17.83 |
| 19 | 37.28 | 24.11 | 37.28 | 24.11 | 35.83 | 23.17 | 33.39 | 21.72 | 29.17 | 19.83 | 25.83 | 17.11 |
| 20 | 35.00 | 23.50 | 35.00 | 23.50 | 33.56 | 22.56 | 31.11 | 21.11 | 26.89 | 19.17 | 23.56 | 16.33 |
| 21 | 33.00 | 23.00 | 33.00 | 23.00 | 31.56 | 22.00 | 29.11 | 20.50 | 24.89 | 18.50 | 21.56 | 15.61 |
| 22 | 31.22 | 22.56 | 31.22 | 22.56 | 29.78 | 21.50 | 27.33 | 20.00 | 23.11 | 17.94 | 19.78 | 15.00 |
| 23 | 29.83 | 22.17 | 29.83 | 22.17 | 28.39 | 21.11 | 25.94 | 19.61 | 21.72 | 17.50 | 18.39 | 14.50 |
| 24 | 28.78 | 21.83 | 28.78 | 21.83 | 27.33 | 20.83 | 24.89 | 19.28 | 20.67 | 17.17 | 17.33 | 14.11 |

جدول (٤ - ٢): درجات الحرارة الجافة والرطوبة لمدينة الرياض

Riyadh Cooling Design Temperature Profile

ب- الظروف الداخلية Indoor Conditions

لنظام تكييف هواء مريح تستعمل نظم التكييف للمباني العامة والتجارية الأحوال التالية :-

أ - صيفاً

$a : 23.5^{\circ}C \rightarrow 25.5^{\circ}C$

درجة الحرارة الجافة

$b : 40RH \rightarrow 60RH$

- الرطوبة النسبية

ب - شتاء

$a : 21.5^{\circ}C \rightarrow 23.5^{\circ}C$

درجة الحرارة الجافة

$b : 20RH \rightarrow 30RH$

الرطوبة النسبية

وهذه الأحوال تختلف حسب اختلاف نوع الحيز المكيف.

نقطة التغذية للغرفة Room Supply Point

ومن ضمن ظروف التصميم التي يجب أخذها في الاعتبار نقطة التغذية للغرفة كدرجة الحرارة الجافة والرطوبة النوعية. وتعتبر نقطة التغذية عن حالة هواء التغذية للغرفة المكيفة ممثلاً على الخريطة السيكمومترية. ويتم عادة تغذية الهواء عند نقطة التغذية على النحو التالي:-

$$(t_s = t_R - \Delta t) \text{ (صيفاً) وتكون في حدود } (\Delta t = 8 - 12^\circ C) \text{ حسب توصية ASHRAE.}$$

$$(t_s = t_R + \Delta t) \text{ (شتاءً) وتكون في حدود } (\Delta t = 15 - 20^\circ C) \text{ حسب توصية ASHRAE.}$$

الحرارة المحسوسة (Q_s) Sensible heat

الحرارة المحسوسة هي التي تؤثر على درجة حرارة الهواء (زيادة أو نقصان) ولا تؤثر على نسبة الماء في الهواء مثال ذلك تسخين الهواء كهربائياً أو عن طريق ملفات التدفئة مثلاً..
يمكن حساب الحرارة المحسوسة من القانون التالي:

حيث:

$$\dot{m}_a = \{kg / s\} \quad \text{معدل سريان الهواء}$$

$$c_p = \{kJ / kgK\} \quad \text{الحرارة النوعية للهواء}$$

$$\Delta T = \{^\circ C\} \quad \text{الفرق في درجات الحرارة}$$

الحرارة الكامنة (Q_l) Latent heat

هي الحرارة التي تغير من حالة المادة دون إحداث تغير في درجة الحرارة الجافة وبالنسبة للهواء فالحرارة الكامنة هي التي تؤثر على نسبة كمية بخار الماء في الهواء فقط وهي تحسب عن طريق:

حيث:

$$h_{fg} = \{kJ / kg\} \quad \text{الحرارة الكامنة للهواء}$$

$$\Delta w = \{kg / kg\} \quad \text{كمية التغير في رطوبة الهواء}$$

$$\Delta h = \{kJ / kg\} \quad \text{التغير في طاقة الإنثالبي}$$

معادلات الحرارة المحسوسة و الحرارة الكامنة تستخدم لإيجاد أحوال التغذية المطلوبة.

مثال:

حيز مكيف له حمل محسوس $Q_s = 16kW$ وحمل كامن $Q_l = 6.4kW$. يراد الاحتفاظ بالحيز المكيف عند $25^\circ C (db), 50\% R.H.$ حدد أحوال نقطة التغذية.

$$Q_s = \dot{m}_a \times c_p \times \Delta t \quad \text{من معادلة الحرارة المحسوسة}$$

$$T_R - T_S = \frac{Q_s}{\dot{m}_a \times c_p} = \frac{16}{1.5 \times 1.006} = 10.6^\circ C$$

$$\therefore T_R - T_S = 10.6^\circ C$$

$$T_S = 25 - 10.6 = 14.4^\circ\text{C}$$

عليه تكون درجة الحرارة الجافة لهواء التغذية

$$Q_l = \dot{m}_a \times h_{fg} \times \Delta w$$

ومن المعادلة :

$$\Delta w = w_R - w_S = \frac{Q_l}{\dot{m}_a \times h_{fg}}$$

$$h_{fg} = 2500 \text{ kJ/kg}$$

ومن الجداول

عليه يكون التغير في كمية الرطوبة لهواء التغذية :

$$\Delta w = w_R - w_S = \frac{Q_l}{\dot{m}_a \times h_{fg}} = \frac{6.4}{1.5 \times 2500} = 0.0017 \text{ kg/kg}$$

وبما إن $w_R = 0.012 \text{ kg/kg}$ عليه تكون رطوبة هواء التغذية هي :-

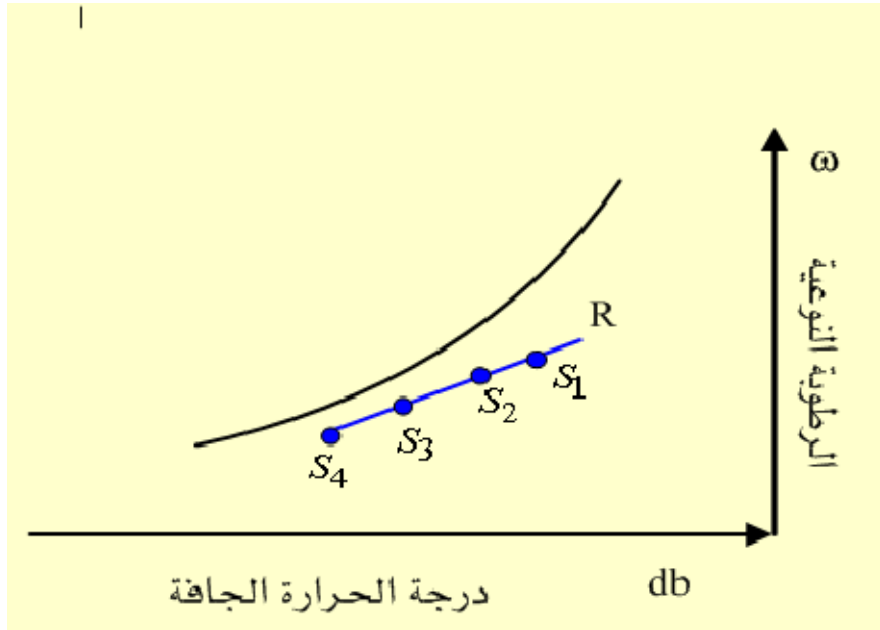
$$w_S = w_R - \Delta w = 0.0102 - 0.0017 = 0.0085 \text{ kg/kg}$$

وبمعرفة درجة الحرارة الجافة وكمية الرطوبة لنقطة التغذية يمكن تحديد نقطة التغذية (S) على الخريطة السيكمرومترية.

إذا تم تغيير معدل سريان الهواء مع بقاء حالة هواء الغرفة عند $25^\circ\text{C}(db), 50\%RH$ من 1.5 kg/s إلى الكميات الأخرى الموضحة بالجدول (٤ - ٣).

| نقطة التغذية | معدل السريان (\dot{m}) | حالة نقطة التغذية (S) | |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|
| | | درجة الحرارة الجافة (db) | الرطوبة النوعية (w) |
| | kg/s | $^\circ\text{C}$ | kg/kg |
| S ₁ | 1.5 | 14.4 | 0.0085 |
| S ₂ | 2.5 | 18.6 | 0.0092 |
| S ₃ | 3.0 | 19.7 | 0.0093 |
| S ₄ | 3.5 | 20.5 | 0.0095 |

جدول (٤ - ٣) :



شكل (٤ - ١): خط معامل الحرارة المحسوس للغرفة

نجد أن حالة نقطة التغذية (S) تتغير مع ملاحظة أن النقاط S_1, S_2, S_3, S_4, R تقع على خط مستقيم وهذا الخط يسمى بمعامل الحرارة المحسوسة (SHF) وأيضاً يسمى بخط نسبة الحرارة المحسوسة للغرفة (Room Sensible Heat Ratio line (RSHR) معامل الحرارة المحسوسة (SHF) Sensible heat factor (SHF)

تعرف نسبة الحمل المحسوس لأي حيز منسوباً إلى الحمل الكلي لهذا الحيز بمعامل الحرارة المحسوسة (SHF) sensible heat factor :

$$SHF = \frac{Q_s}{Q_t} = \frac{Q_s}{Q_s + Q_l}$$

هذا الخط يبدأ من نقطة أحوال الحيز (الغرفة R) ماراً بنقطة التغذية S.

في كثير من الخرائط السيكرومترية، نجد أن نسب معامل الحرارة المحسوسة (SHF) تكون على شكل تدرج يشبه المنقلة موجود في الجانب العلوي الأيسر من الخريطة. ويكون خط نسبة الحرارة المحسوسة للغرفة موازياً لخط نسب معامل الحرارة المحسوسة المناظر له المنقلة.

الراحة الحرارية للإنسان: Human Thermal Comfort

جسم الإنسان من أدق الأجهزة التي تتحكم في درجة الحرارة. فعندما ترتفع درجة حرارة الجسم بمقدار بسيط عن معدل حرارة الجسم العادي، يقوم نظام التحكم بتمديد الأوعية الدموية الدقيقة التي تقع تحت الجلد مباشرة حيث يقوم الجسم عن طريق الحمل بنقل كمية كبيرة من الحرارة من داخل الجسم

إلى السطح ، عندئذ ترتفع حرارة الجلد ويزداد معدل انتقال الحرارة إلى الخارج عن طريق التوصيل، الحمل والإشعاع . إذا لم يتم التخلص من هذه الحرارة بسرعة ، عندئذ يبدأ الجسم بالتعرق للتخلص من كمية كبيرة من الحرارة الكامنة في الجلد عن طريق تبخر العرق ومن ثم يبرد الجسم أكثر وكذلك درجة حرارة الدم تحت الجلد.

عندما تبدأ حرارة جسم الإنسان تنخفض قليلاً عن المعدل الطبيعي . تبدأ الأوعية الدموية بالانكماش ويقل معدل سريان الدم الواصل إلى الجلد الخارجي. Perspiration slows down. عليه تقل كمية الحرارة المفقودة بواسطة سطح الجلد. وعليه تكون من وظيفة أي نظام تكييف للهواء مساعدة الجسم في معدل التخلص من كمية الحرارة الزائدة.

ويمكن القول بأن الحرارة التي ينتجها الجسم من تناوله للأطعمة ، تعادل تلك الحرارة التي يفقدها الجسم إلى الخارج..تم كتابة معادلة لتلك الحرارة بواسطة فانقر Fanger كما يلي:

$$\dot{Q} = \pm \dot{Q}_{skin} \pm \dot{Q}_{respiration}$$

$$= (\pm \dot{Q}_C \pm \dot{Q}_R \pm \dot{Q}_E)_{skin} + (\dot{Q}_C \pm \dot{Q}_E)_{respiration}$$

حيث نجد أن الجسم يكسب (+) أو يفقد (-) للحرارة عن طريق الجلد (\dot{Q}_{skin}) أو عن طريق التنفس ($\dot{Q}_{respiration}$) ويكونان عن طريق الحمل (\dot{Q}_C) أو الإشعاع (\dot{Q}_R) أو التنفس (\dot{Q}_E) كما إن وجود الملابس على جسم الإنسان له تأثير على انتقال الحرارة بالحمل والإشعاع وكذلك التبخر زيادة على ذلك فإن حركة الإنسان لها تأثير على كمية الحرارة التي يستخرجها الجسم نتيجة التأيض metabolic heat generation

العوامل الأساسية التي تؤثر على راحة الإنسان :

هنالك ستة عناصر تؤثر على راحة الإنسان. منها أربعة عناصر بيئية وهي :

أ - درجة الحرارة الجافة (dry bulb temperature)

ب - متوسط درجة الحرارة الإشعاعية (mean radiant temperature)

ج - نسبة الرطوبة (relative humidity)

د - سرعة الهواء (air velocity)

وهناك عنصران شخصيان هما :

هـ - العزل نتيجة الملابس (clothes insulation)

و - مستوى حركة الشخص (level of activity)

أ. درجة الحرارة الجافة للهواء (db)

وفي هذا ننظر إلى مقدار درجة الحرارة ونوعيتها (رطوبة أو جافة) كما يجب الانتباه هنا إلى الموقع (الارتفاع عن أرضية الحيز المكيف) الذي يعتمد عند قراءة مثل هذه الحرارة فمثلاً يحب وضع الترمومترات (أو الثيرموستات) على ارتفاع بين 30 – 36" من أرضية الحيز المكيف. أما مقدار درجة الحرارة التي تعطي الراحة فهي تعتمد على الرطوبة وسنأتي لها لاحقاً.

وتعرف درجة الحرارة المؤثرة Effective Temperature بأنها درجة الحرارة - عند التشبع -

(عند 100% رطوبة نسبية) والتي تعطي نفس الإحساس بالدفع لمختلف درجات الحرارة والرطوبة عندما تكون سرعة الهواء 15-25 fpm.

ووجد أن درجة الحرارة المؤثرة في الشتاء هي 68°F (20°C) كما أن التوافقيات التالية هي التي تعطي الراحة للإنسان في الشتاء:

| الرطوبة النسبية % | درجة الحرارة | |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| | $^{\circ}\text{F}$ | $^{\circ}\text{C}$ |
| 10 | 78 | 25.6 |
| 20 | 76 | 24.4 |
| 30 | 75 | 23.9 |
| 40 | 74 | 23.3 |
| 50 | 73 | 22.8 |
| 60 | 72 | 22.2 |
| 70 | 71 | 21.7 |
| 80 | 70 | 21.1 |

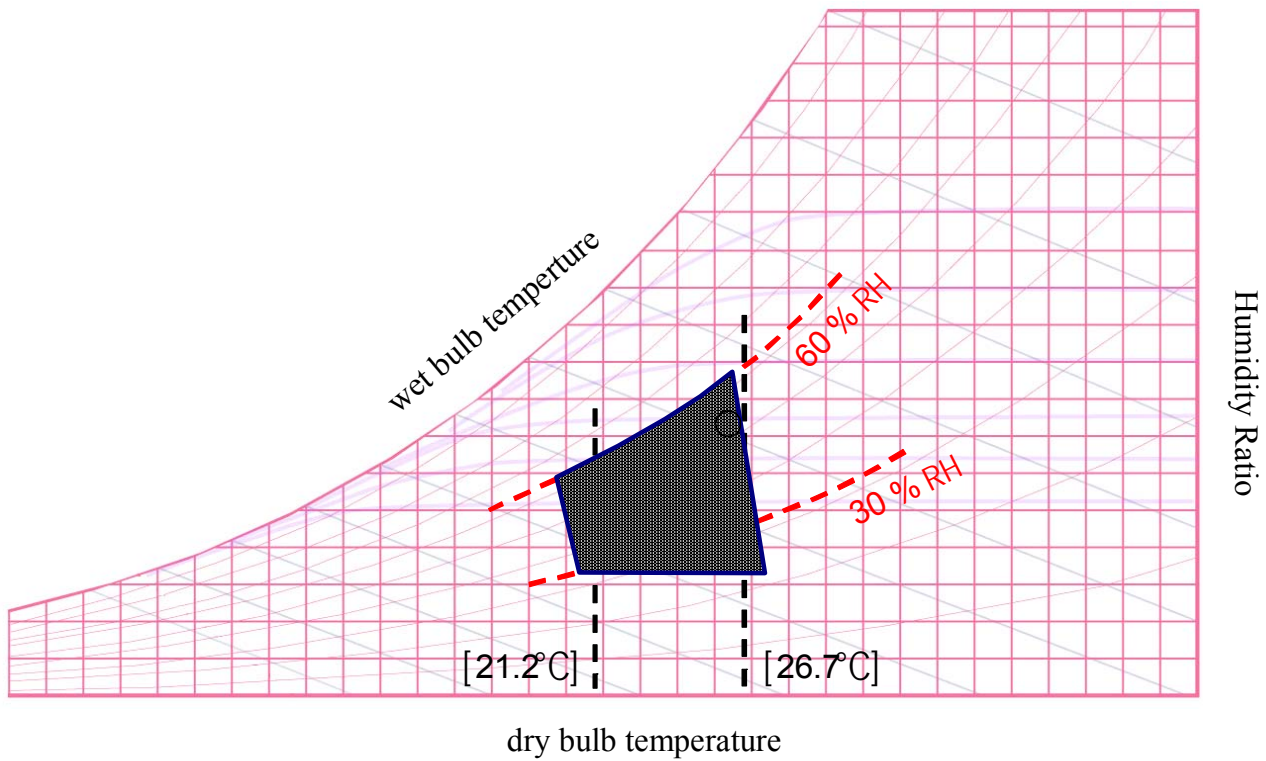
جدول (٤ - ٤): درجات الحرارة المؤثرة (شتاءاً)

أما في الصيف فدرجة الحرارة المؤثرة هي (22°C) (71°F) كما إن التوافقيات التالية هي التي تعطي الراحة للإنسان في الصيف :

| الرطوبة النسبية % | درجة الحرارة | |
|----------------------|--------------------|--------------------|
| | $^{\circ}\text{F}$ | $^{\circ}\text{C}$ |
| 25 | 80 | 26.7 |
| 30 | 79 | 26.1 |
| 40 | 78 | 25.6 |
| 50 | 77 | 25.0 |
| 60 | 75 | 23.9 |
| 70 | 74 | 23.3 |

جدول (٤ - ٥): درجات الحرارة المؤثرة (صيفاً)

ومن ثم عمل خريطة الراحة comfort zone عند مختلف درجات الحرارة والرطوبة وخريطة منطقة الراحة تعطي العلاقات المختلفة بين درجات الحرارة والرطوبة والتي يشعر فيها للشخص البالغ بالراحة وهو مستريح أو يزاوئ نشاطاً خفيفاً ويلبس لبساً عادياً عند هواء منخفض السرعة



شكل (٤ - ٢): منطقة الراحة

بـ سرعة الهواء

وءء أنه في حالة زيادة درجة حرارة الهواء فإنه يلزم الزيادة في سرعة الهواء . الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة ، التبريد وتكييف الهواء (ASHRAE) توصي بسرعة 30 ft/min للهواء صيفاً و 30 ft/min للهواء شتاء .

جـ ـ متوسط درجة الإشعاع (Mean Radiant Temperature)

كثيرا ما يشعر الأشخاص الذين يكونون بجانب الجدران الباردة أو الأسطح الزجاجية ببرودة أكثر بالرغم من أن درجة حرارة الوسط المحيط في حدود منطقة الراحة.

د ـ نسبة الرطوبة (Relative Humidity)

تم التعليق عليه في الفقرة (أ)

أما العنصران الشخصيان وهما :

هـ ـ العزل نتيجة الملابس (Clothes Insulation)

الملابس حقيقة تجعلك مرتاحاً في يوم قد يكون حاراً أو بارداً وهي تعمل على عزل الجسم عن درجة الهواء الخارجي . ففي الشتاء يستحسن زيادة العزل (ملابس ثقيلة) ، أما في الصيف فالملابس البيضاء والخفيفة (تقليل سمك وطبيعة العازل) هي الأحسن (يستحسن الملابس القطنية الطبيعية)

و ـ مستوى نشاط الشخص (Level Of Activity)

كما اشرنا سابقاً ، يحافظ الجسم على درجة حرارته عن طريق توليد حرارة الأيض داخل الجسم ، فقدان الحرارة للخارج وثالثاً اكتساب الحرارة . والحرارة المتولدة من الشخص تعتمد على نوع النشاط بالنسبة للشخص حيث وء أن متوسط كمية الحرارة المتولدة من الشخص العادي النائم تساوي تقريباً 87 W والذي يعمل في مكتب 115 W أما الذي يزاول رياضة كرياضة كرة السلة مثلاً فكمية الحرارة المتولدة في هذه الحالة تساوي 440 W . زيادة النشاط الجسماني يؤدي إلى زيادة الرطوبة في الجسم نتيجة العرق والذي بدوره يعمل على تبريد الجسم .

كما لا يفوتنا أن نذكر هنا بأن الهواء الداخلي يجب أن يكون خاليا من الأتربة والروائح الكريهة ، كما أن نسبة ثاني أكسيد الكربون يجب أن لا تزيد عن 1000 ppm . لذا يلزم استعمال مرشحات ومنقيات للهواء وهذا ما يعرف بكفاءة الهواء الداخلي (Indoor Air Quality, IAQ)

متطلبات التهوية : Ventilation Requirements

يوضح الجدول (٤ - ٥) متطلبات التهوية من الهواء الخارجي لبعض الأنشطة والاستخدامات لتوفير الهواء النقي اللازم للتنفس. يتم تحديد تلك النسب إما باحتياج الشخص للهواء النقي بالتر لكل ثانية (L/s) أو بعدد مرات تغيير الهواء في الساعة داخل الأماكن المكيفة [Air changes per hour (ACH)].

| م | المكان | ACH | (L/s) لكل شخص |
|---|----------------|-------|-----------------|
| ١. | مكاتب | 1.5-3 | 10 |
| ٢. | مطابخ | 10-20 | 8 |
| ٣. | قاعات دراسية | 20 | 8 |
| ٤. | صالات اجتماعات | 5 | 10 |
| ٥. | معامل | 5 | 10 |
| ٦. | مطاعم | 4 | 10 |
| ٧. | غرف مرضى | 2 | 13 |
| ٨. | مصانع | 2-4 | 10 |
| ٩. | محلات تجارية | 0.5-1 | 8 |
| جدول (٤ - ٦): يوضح متطلبات التهوية لبعض التطبيقات | | | |

خلاصة

- تشمل ظروف التصميم : الظروف الخارجية (درجة الحرارة والرطوبة النسبية) و الظروف الداخلية (درجة الحرارة والرطوبة النسبية) بالإضافة الى نقطة التغذية وتعتمد هذه الظروف على الموقع الجغرافي للمنطقة وطبيعة استخدام الحيز المراد تكييفه.
- معامل الحرارة المحسوس (SHF) للغرفة يعبر عن نسبة الحرارة المحسوسة إلى الحرارة الكلية للحيز المكيف ويساعد في رسم وتحليل عمليات التكييف المختلفة.
- العوامل التي تؤثر على راحة الإنسان هي : درجة الحرارة ، الرطوبة ، حرارة الإشعاع : سرعة الهواء ، حركة الشخص ونقاوة الهواء.
- خريطة منطقة الراحة : تعطي العلاقات المختلفة بين درجات الحرارة والرطوبة والتي يشعر فيها للشخص البالغ بالراحة وهو مستريح أو يزاوؑ نشاطا خفيفا ويلبس لبسا عاديا عند هواء منخفض السرعة
- تعتمد متطلبات التهوية على عدد مرات تغيير الهواء في الساعة أو معدل الهواء اللازم لتنفس شخص واحد وتختلف قيمة متطلبات التهوية على حسب طبيعة استخدام نظام التكييف أو عدد الأشخاص.

تمارين

١- اذكر خمسة من العوامل التي تؤثر على راحة الإنسان ؟

٢- ما المقصود بعوامل التصميم الداخلية والخارجية ؟ وكيف تختارها ؟

٣- $1.0m^3 / s$ من الهواء الرطب عند $28^{\circ}C(wb), 32^{\circ}C(db)$ تم تبريده إلى $20^{\circ}C(db), 100\%RH$. أوجد

كمية الحرارة الكامنة والمحسوسة اللازمة لتبريد هذا الهواء.

٤- لحيز مكيف عند وجد إن فرق درجات الحرارة بين نقطة التغذية (S) وأحوال الحيز (R) تساوي

$\Delta T = 9K$. مستعينا بالخريطة السيكرومترية أوجد أحوال نقطة التغذية إذا علمت الآتي:

i - معامل الحرارة المحسوس للغرفة $SHF = 80\%$

ii - الأحوال الخارجية $5^{\circ}C(db), 50\%RH$

٥- غرفة عند $21^{\circ}C(db), 50\%RH$ لها حملها المحسوس $14 kW$ والحمل الكامن $1.5 kW$ ودرجة

الحرارة الجافة لنقطة التغذية هي $12^{\circ}C$. أوجد معامل الحرارة المحسوس للغرفة ثم الرطوبة النوعية

لنقطة التغذية.