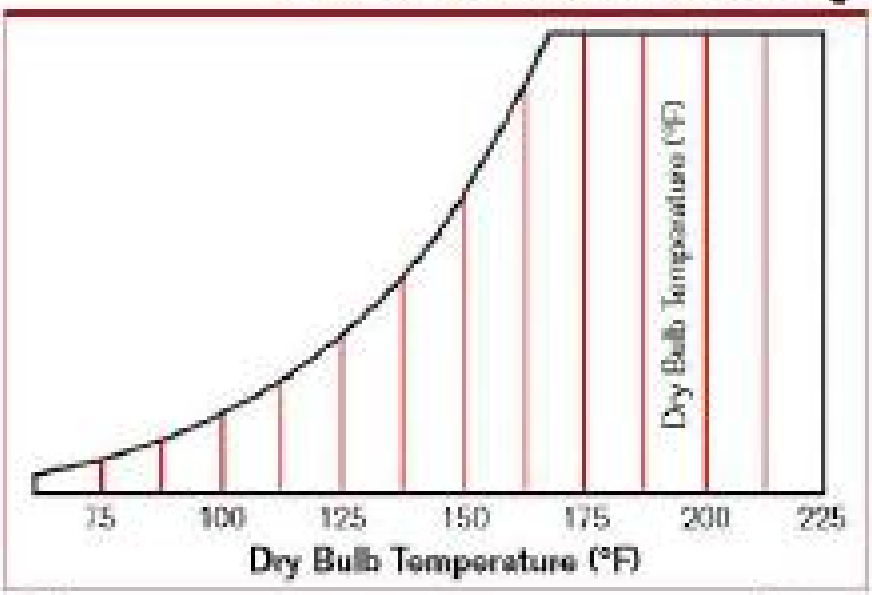
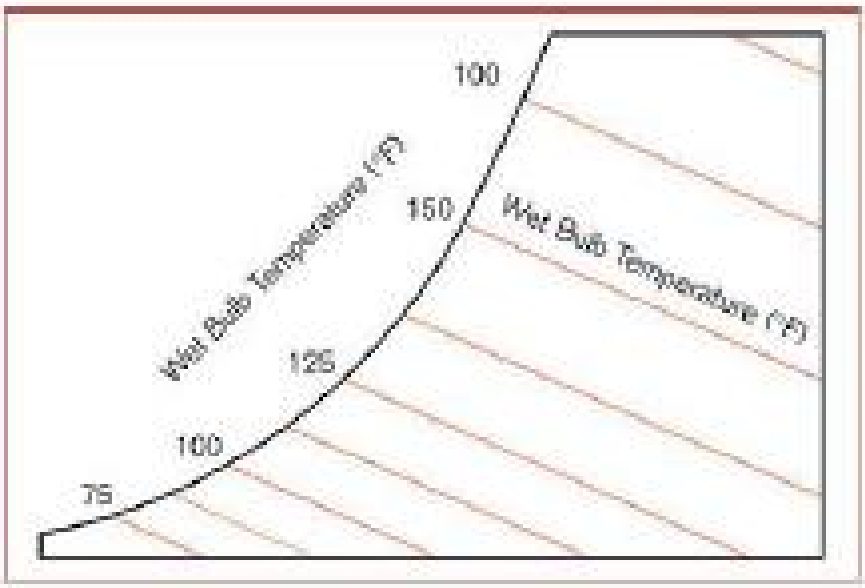
خواص الهواء Air Properties:

يحدد على المخطط البسايكرومتري عدة خواص فيزيائية لحالة هواء معينة وهي:

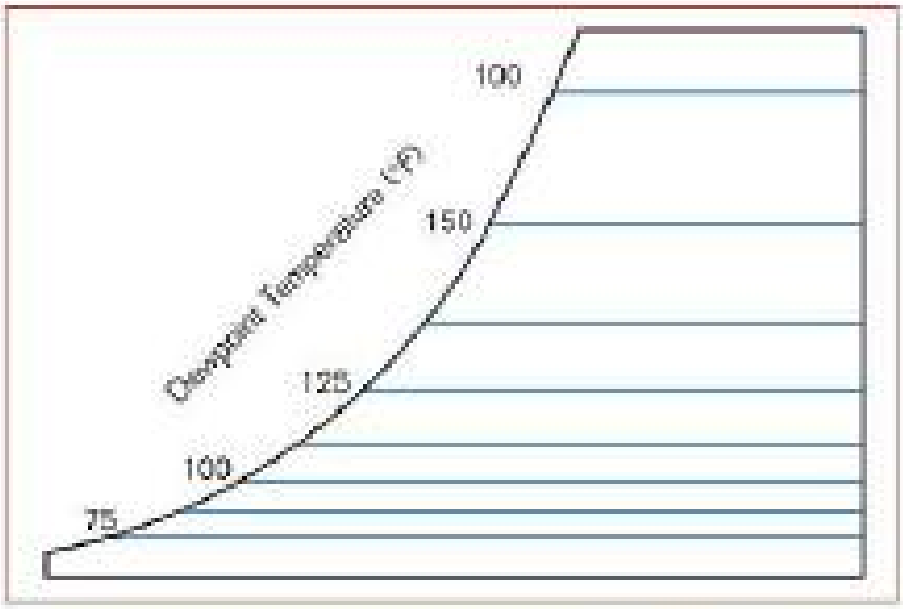
1- درجة الحرارة الجافة Dry-Bulb Temperature (DBT): وهي درجة الحرارة التي يسجلها ميزان الحرارة العادي. وتمثل على المخطط البسايكرومتري بخطوط رأسية تتقاطع مع المحور الأفقي. وتقاس بدرجة مئوية °C أو فهرنهايت °F.



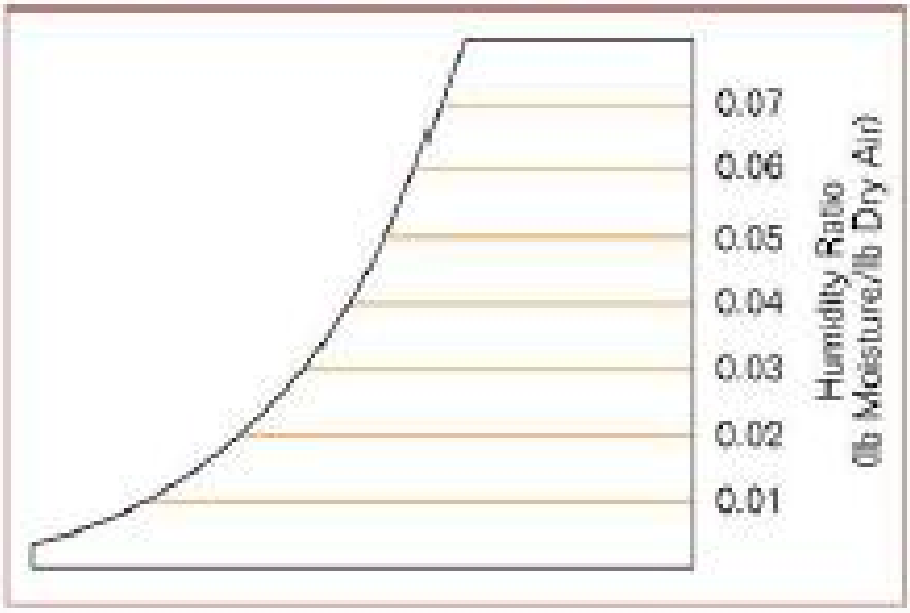
2- درجة الحرارة الرطبة Wet-Bulb Temperature (WBT): عبارة عن أقل درجة حرارة يسجلها ميزان حرارة بصيلته مغطاة بقماشة مبللة بالماء ومعرضة لتيار هواء, وهي أقل أو تساوي درجة الحرارة الجافة, والفرق بين درجتي الحرارة الجافة والرطبة يعبر عن التأثير التبريدي بفعل تبخر الرطوبة الموجودة في القماشة المبللة, وكلما كان الهواء جافاً كان الفرق بين درجتي الحرارة الجافة والرطبة أكبر, وتمثل درجة الحرارة الرطبة لنقطة معينة على المخطط بخطوط مائلة موازية تقريباً لخطوط الانتالبي حتى التقاطع مع منحني الإشباع. وتقاس بدرجة مئوية °C أو فهرنهايت °F.



3- نقطة الندى Dew Point (DP): هي درجة الحرارة التي يبدأ عندها بخار الماء المتواجد في الهواء بالتكاثف. عندما تتساوى كل من درجة الحرارة الجافة والرطبة ونقطة الندى يحدث الإشباع, وعندها لا يستطيع الهواء استيعاب أي رطوبة إضافية, وأي رطوبة إضافية تضاف للهواء تتحول إلى قطرات رذاذ, وعندها يحدث ما يسمى بالضباب, وتمثل نقطة الندى لنقطة معينة على المخطط بخطوط أفقية حتى التقاطع مع منحنى الإشباع. وتقاس بدرجة مئوية °C أو فهرنهايت °F.

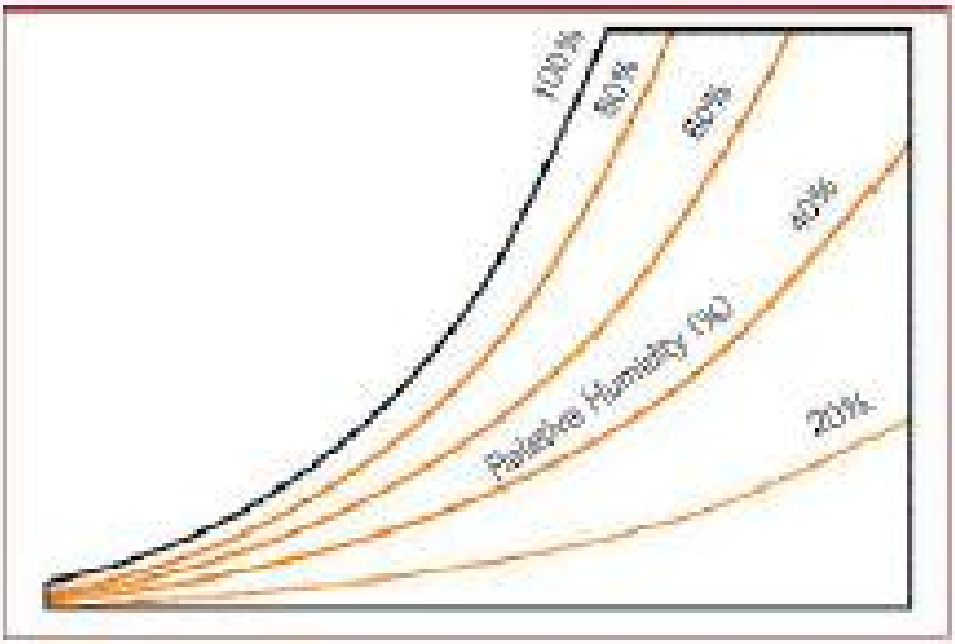


4- الرطوبة النوعية أو نسبة الرطوبة Humidity Ratio (Specific Humidity) (Φ): عبارة عن الكتلة الفعلية لبخار الماء (الرطوبة) المتواجدة في واحدة الكتلة من الهواء الجاف, وعادة ما يعبر عنها بواحدة gr_w/Kg_a (أو بواحدة lb_w/lb_a). وتمثل الرطوبة النوعية على المخطط بخطوط أفقية تتقاطع مع المحور الشاقولي ويرمز لها أحياناً (w).

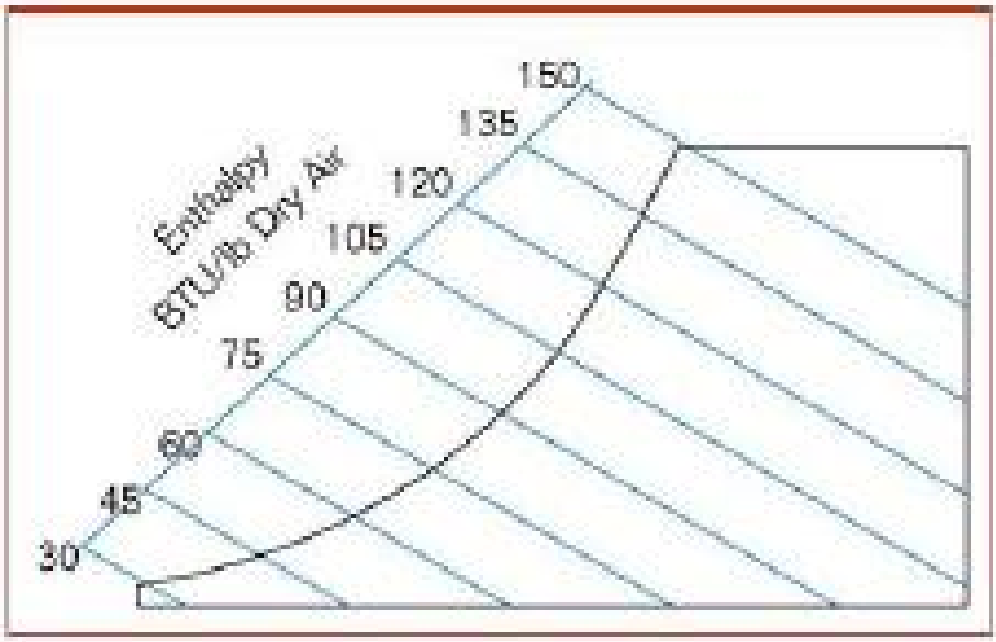


5- رطوبة الإشباع (Saturation Humidity (ϕ_s): عبارة عن أكبر كتلة رطوبة يمكن أن يحملها الهواء الجاف في واحدة الكتلة من الهواء الجاف. وتمثل على المخطط السيكرومتري بخط رأسي يتجه للأعلى حتى التقاطع مع خط الإشباع, ثم يتم قراءة قيمة رطوبة الإشباع من محور الرطوبة النوعية.

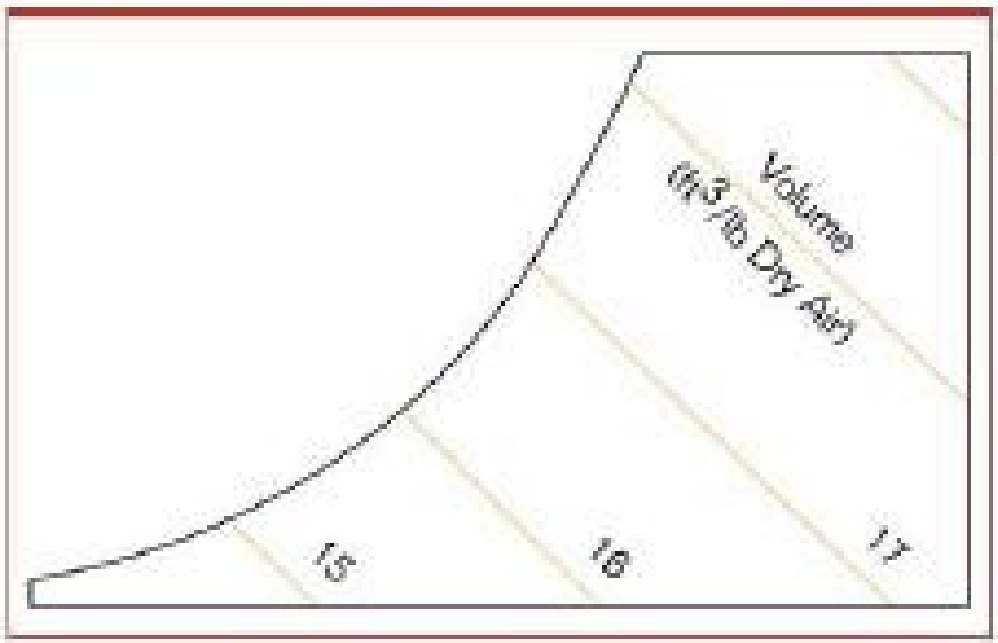
6- الرطوبة النسبية (Relative Humidity (RH): عبارة عن النسبة بين ضغط بخار الماء الفعلي في الهواء إلى ضغط بخاء الماء المشبع عند نفس درجة الحرارة, ويمكن اعتبار هذه النسبة هي نفسها النسبة بين كمية الرطوبة التي يحملها الهواء عند درجة حرارة جافة معينة إلى كمية الرطوبة العظمى التي من الممكن أن يحملها عند نفس درجة الحرارة الجافة, ويعبر عنها كنسبة مئوية, أي أن: $R.H = \phi / \phi_s$



7- الانتالبي (Enthalpy (h): عبارة عن ميزة حرارية تعبر عن كمية الحرارة الموجودة في حالة معينة في الهواء ويقاس بواحدة KJ/Kg (أو بواحدة Btu/lb), وبشكل عام لا يهمنا قيمة الانتالبي عند حالة معينة للهواء, وإنما فرق الانتالبي بين نقطتين, ويمثل الانتالبي لنقطة معينة على المخطط بخطوط مائلة تسمى خطوط الانتالبي.



8- الحجم النوعي (υ) Specific Volume: عبارة عن حجم الهواء لواحدة الكتلة m^3/Kg (أو ft^3/lb). ويمثل على المخطط بخطوط مائلة تسمى خطوط الحجم النوعي.



ملاحظة:

يكفي لتحديد أي نقطة على المخطط السايكرومتري توفر خاصيتين من الخواص المذكورة أعلاه إلا في ثلاث حالات:

1- درجة الحرارة الجافة مع رطوبة الإشباع: لأن كلاهما منطبق على الخطوط الشاقولية.
2- درجة الحرارة الرطبة مع الانتالبي: لأن كلاهما منطبق (تقريبا) على خطوط الانتالبي.
3- نقطة الندى مع الرطوبة النوعية: لأن كلاهما منطبقان على الخطوط الأفقية.

العمليات البسايكرومترية Psychrometric Process:

1- التسخين المحسوس Sensible Heating:

يقصد بالتسخين المحسوس رفع درجة الحرارة الجافة لنقطة معينة من الهواء دون تغيير محتوى الرطوبة لهذه النقطة, وتمثل هذه العملية على المخطط البسايكرومتري بخط أفقي يتجه من اليسار إلى اليمين وتؤدي هذه العملية إلى رفع درجة الحرارة الرطبة للهواء مع ثبات نقطة الندى والرطوبة النوعية لكن الرطوبة النسبية تنخفض.

يمكن الحصول على عملية تسخين محسوس عن طريق تسخين الهواء بواسطة سخان كهربائي أو وشيعة ماء ساخن أو بخار.

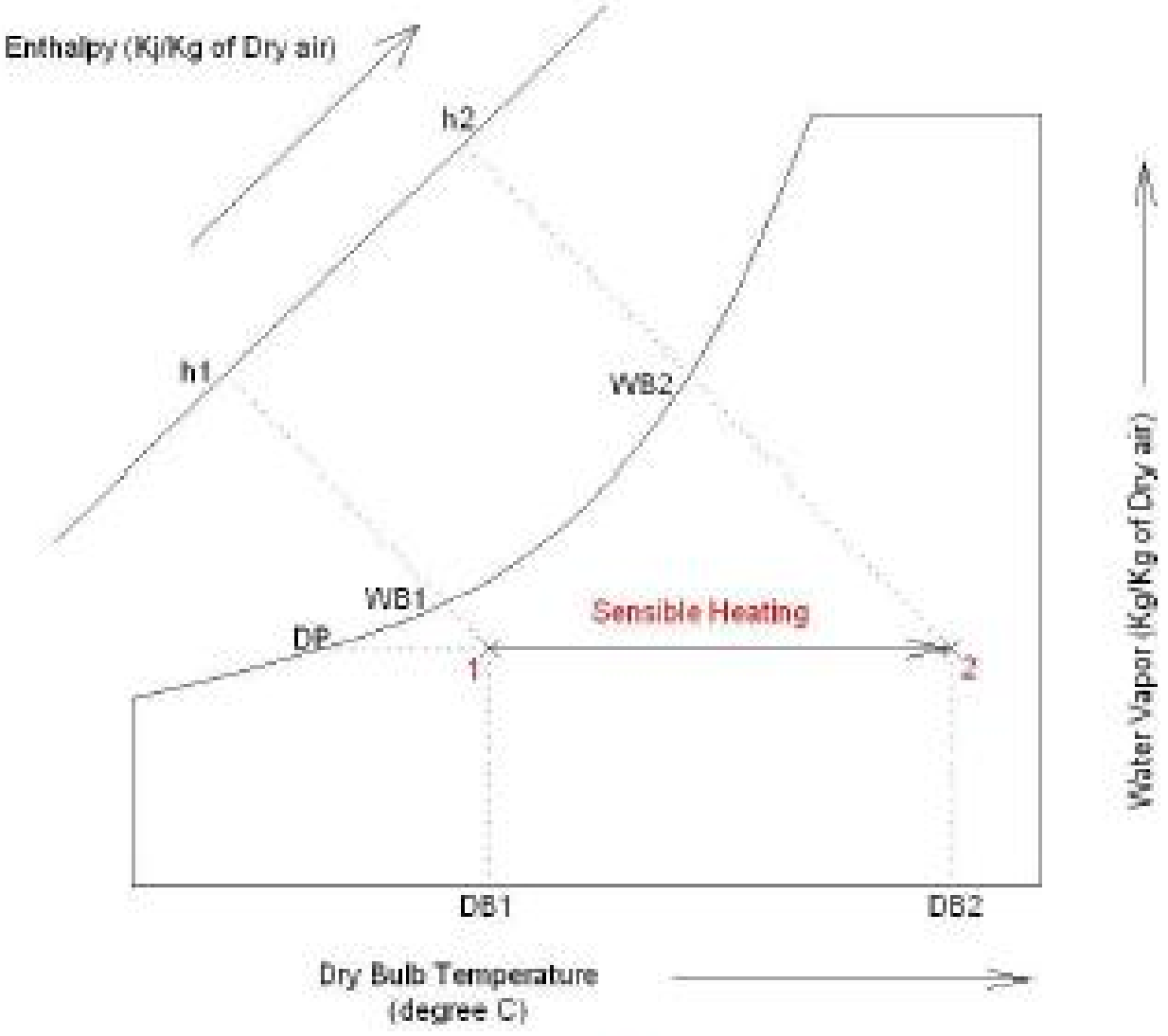
معادلة سعة ملف التسخين تعطى بالعلاقة:

$$Q_H = m_a \cdot \Delta h$$

Q_H- سعة ملف التسخين, Kw

m_a- التدفق الكتلي للهواء, Kg/s

Δh- فرق انتالبي الهواء قبل الملف وبعده, Kj/Kg



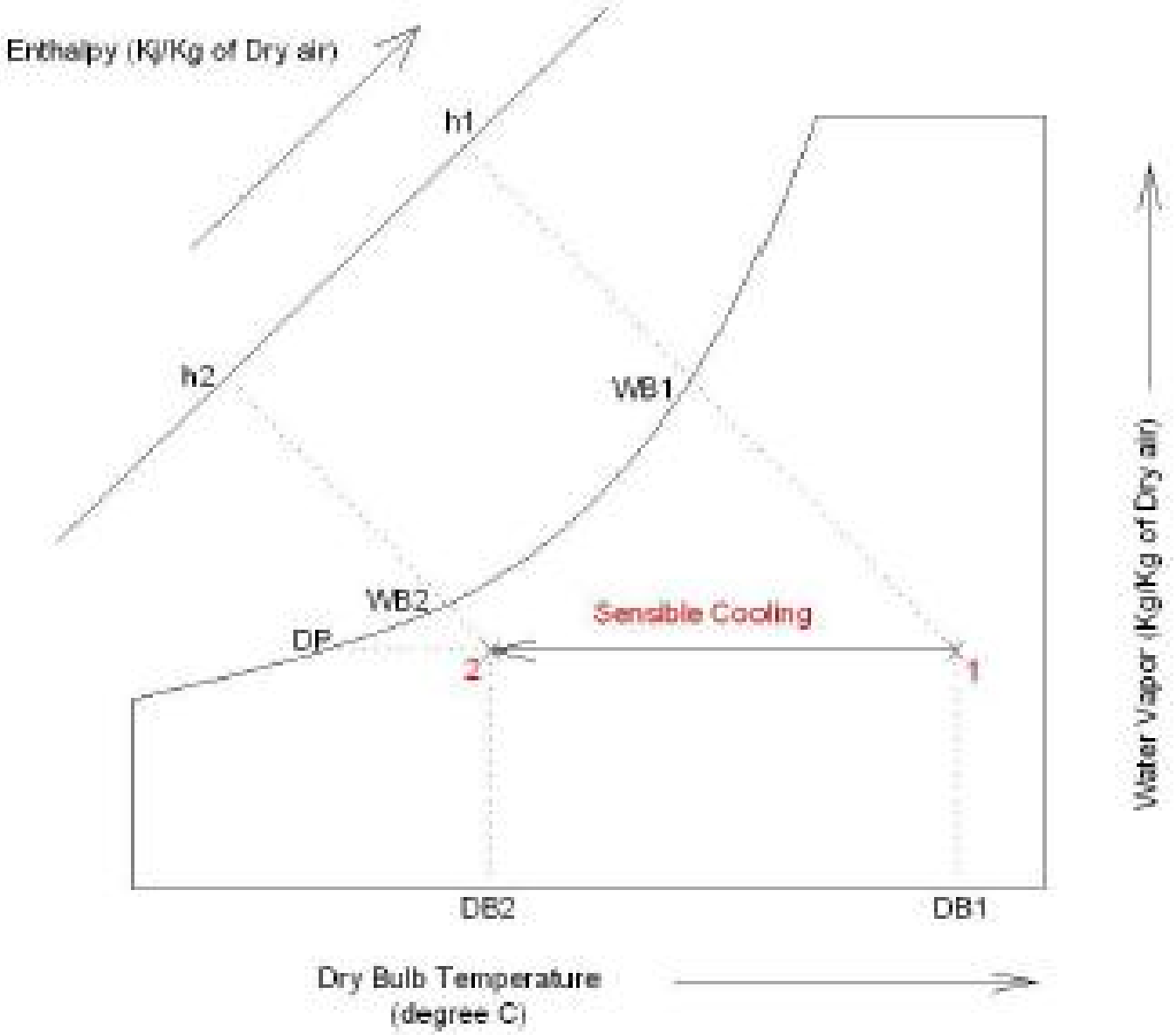
2- التبريد المحسوس Sensible Cooling:

يقصد بالتبريد المحسوس خفض درجة الحرارة الجافة لنقطة معينة من الهواء دون تغير محتوى الرطوبة لهذه النقطة, وتمثل هذه العملية على المخطط البسايكرومتري بخط أفقي يتجه من اليمين إلى اليسار وتؤدي هذه العملية إلى خفض درجة الحرارة الرطبة للهواء مع ثبات نقطة الندى والرطوبة النوعية لكن الرطوبة النسبية تزداد.

يمكن الحصول على عملية تبريد محسوس عن طريق تبريد الهواء بتمريره على سطح درجة حرارته أعلى من نقطة الندى للهواء.

معادلة سعة ملف التبريد تعطى بالعلاقة:

$$Q_c = m_a \cdot \Delta h$$



3- الترطيب Humidification:

يقصد بترطيب الهواء زيادة محتوى الرطوبة دون تغيير درجة حرارته الجافة, وتمثل هذه العملية على المخطط السايكرومتري بخط رأسي يتجه للأعلى, وتؤدي هذه العملية إلى زيادة الرطوبة النوعية ونقطة الندى ودرجة الحرارة الرطبة والرطوبة النسبية. ويتم ترطيب الهواء عند تغذيته ببخار ماء مشبع أو رطب درجة حرارته مساوية لدرجة الحرارة الجافة للهواء.

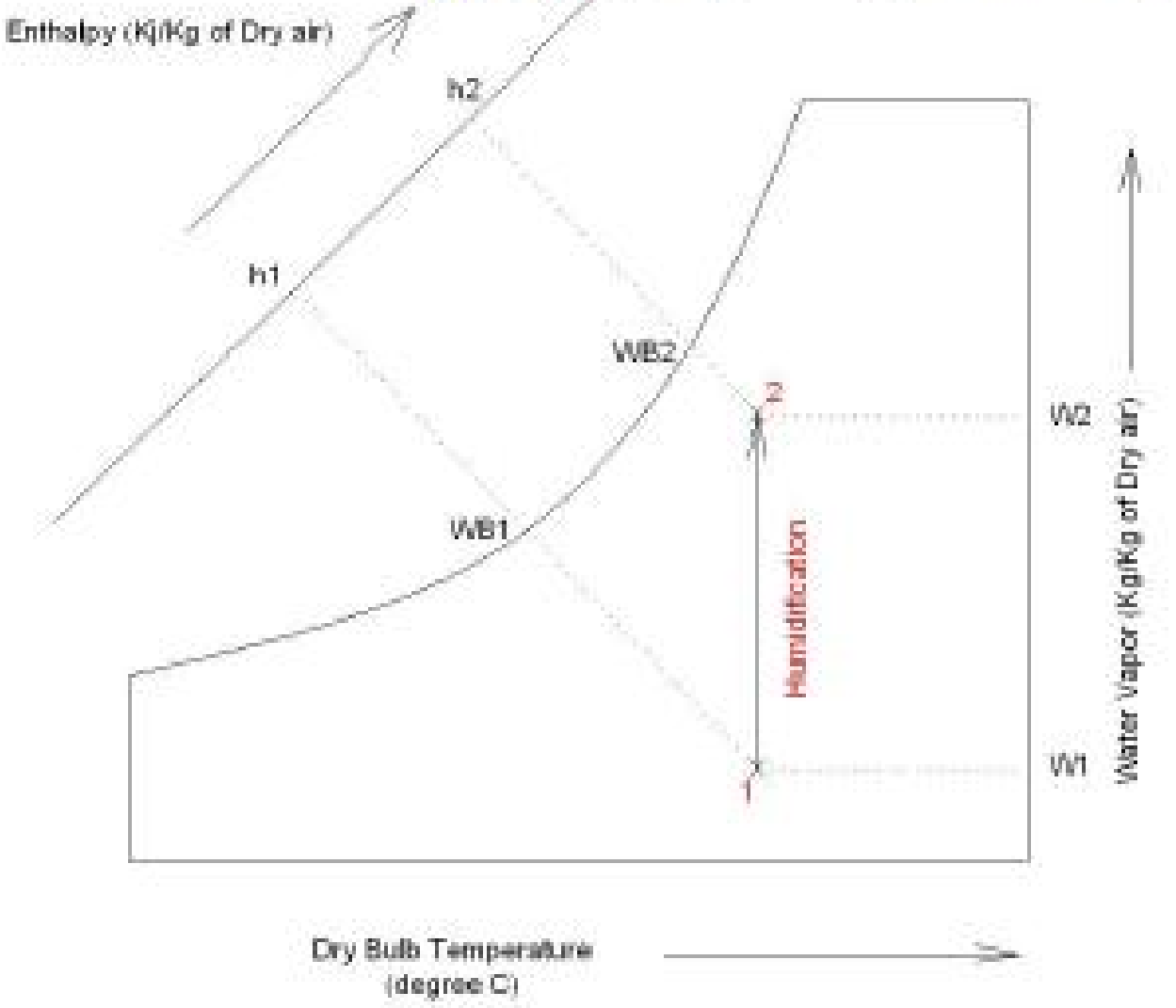
معادلة الاتزان الحراري لعملية الترطيب تعطى بالعلاقة:

$$m_a \cdot \Delta h = m_s \cdot L$$

ومعادلة اتزان الكتلة لبخار الماء:

$$m_s = m_a \cdot \Delta w$$

- m_a- التدفق الكتلي للهواء, Kg/s
- m_s- التدفق الكتلي لبخار الماء, Kg/s
- Δh- فرق الانتالبي قبل الترطيب وبعده, Kj/Kg
- Δw- فرق الرطوبة النوعية قبل الترطيب وبعده, Kg_w/Kg_a
- L- الطاقة الكامنة للتبخير تحت درجة الحرارة t_1, Kj/Kg



4- عملية التجفيف Dehumidification:

يقصد بتجفيف الهواء خفض محتوى الرطوبة دون تغيير درجة حرارته الجافة, وتمثل هذه العملية على المخطط السايكرومتري بخط رأسي يتجه للأسفل, وتؤدي هذه العملية إلى خفض الرطوبة النوعية ونقطة الندى ودرجة الحرارة الرطبة والرطوبة النسبية.