

الرطوبة الجوية

الرطوبة الجوية نعني بها كمية بخار الماء الموجودة في الجو هذا البخار يأتي عن طريق التبخر المباشر وغير المباشر ويعتبر الاشعاع الشمسي والحرارة من اهم العناصر المسؤولة عن هذا التبخر لان تحويل الماء من الحالة السائلة الى الغازية يتطلب طاقة حرارية مهمة.

هذا البخار الماء عند دخوله الى الغلاف الجوي يتعرض لمجموعة من التغيرات التي تكون لها انعكاسات على احوال الطقس والمناخ عند السطح فتجده وينتشر في الاتجاهين العمودي والافقي ، فالرياح تعمل على حمل بخار الماء في الاتجاه الافقي على مسافة كبيرة جدا بينما التوصيل الحراري والحركة الغير المنتظمة داخل الكتل الهوائية يعملان على حمل بخار الماء نحو الاعلى هذه العملية ستكون لها مجموعة من التأثيرات كما سنرى في هذه المحاضرة حيث ان جزء من هذا البخار الصاعد بعد ما تنخفض حرارته ويصل الى درجة التكاثف معلنا بذلك عن بداية حدوث ظواهر جوية مثل الصقيع ، الندى ، الضباب، والغيوم وبعد ذلك من خلال هذه الغيوم تقع التساقطات بمختلف أنواعها امطار، ثلج ، برد ، فينزل نحو سطح الارض مشكلا بذلك بداية الدورة الكاملة للمياه .

الرطوبة تقاس بطريقتين اما عن طريق الوزن إذ نقول مثلا 30 غرام متر مكعب فعند سطح الارض الوزن يساوي 1200 جرام.

يساهم فيها بخار الماء بكمية تختلف من وقت لآخر ومن مكان لآخر أقوى وزن يصل 50 غ متر مكعب في الكتل الرطبة و فقط واحد غرام متر مكعب بالنسبة للكتل الجافة.

يقاس كذلك البخار عن طريق الضغط العادي حيث الجو يتكون من مجموعة من الغازات مثل الاوكسجين والاوزون وغيرها مثلا في حالة ضغط عادي 1015 هيكو باسكال أو ميلليبار فالغازات المختلفة تشكل 1000 ميلليبار بينما بخار الماء يمثل فقط 15 ميلليبار لكن بالرغم من نسبته الضعيفة فدوره يبقى كبيرا.

وقبل الحديث عن الرطوبة الجوية بشكل مفصل لابد من توضيح بعض المصطلحات التي سيتم تداولها في هذه المحاضرة.

أ- الرطوبة الفعلية : نعني بها كمية بخار الماء الموجودة فعلا في الجو ويعبر عنها بالغرام في المتر مكعب ، لكن الرطوبة الفعلية لا تمكننا من تحديد حاله الجو هل رطب ام جاف فمثلا نفس الرطوبة الفعلية يمكن ان تعبر عن جو الجاف او جو المشبع لان الرطوبة ترتبط ارتباطا وثيقا بالحرارة مثلا خمسة جرام متر مكعب تمثل جوا مشبعا رطبا في الجزر البريطانية في الوقت الذي تمثل جو جافا مثلا في الصحراء الليبية .

من خلال الجدول التالي نلاحظ ان هناك علاقة بين الحرارة والرطوبة وان كمية البخار التي يمكن للهواء ان يحملها ليصل الى درجة الاشباع تزداد كل ما ارتفعت الحرارة

الجدول 2 :علاقة الحرارة والرطوبة الجوية القصوى (رطوبة الاشباع)

الحرارة بالدرجات المئوية	وزن البخار بالغرام في م ²	الضغط الخاص بالبخار بالمليبار
35	39.4	56.2
30	30.4	42.4
25	23.1	31.7
20	17.3	23.4
15	12.8	17.0
10	9.4	12.3
05	6.8	8.7

00	4.8	6.1
-05	3.3	4.2
-10	2.16	2.9

ب - رطوبة الاشباع نعني بها أقصى ما يمكن للهواء ان يحمله ليصل الى درجة الاشباع اي أقصى ما يمكن للهواء ان يحمله ورطوبة الاشباع ترتبط بالحرارة كما يوضح الجدول السابق مثلا جو حرارته 30 درجة يتطلب 30.4 جرام متر مكعب ليصل الى درجه الاشباع بينما جو حرارته 0 درجة يتطلب فقط 4,8 غ متر مكعب هذه العلاقة بين الحرارة و رطوبة الاشباع.

تساعدنا على تفسير الاختلافات المطرية فوق سطح الكرة الأرضية فعند العروض الاستوائية التي تتميز بالحرارة المرتفعة وبالرطوبة الكبيرة الهواء يمكنها حمل كميات مهمة من بخار الماء ليصل الى درجه الاشباع ، هذه الكمية عندما تتحول الى أمطار تعطي كمية مهمة. بينما العروض الباردة الهواء لا يمكنه ان يحمل كميات مهمة من بخار الماء حتى في الحالات التي يتوفر فيها بخار الماء بكثرة فمثلا بالنسبة لحرارة 5 درجات الهواء لا يستطيع حمل أكثر من 6,8 غ متر مكعب هذه الكمية حيث حينما تتحول إلى أمطار تعطي فقط بعد المليمترات عكس العروض الاستوائية .

رطوبة الاشباع بدورها لا تساعد على تحديد رطوبة او جفاف الجو كما رأينا بالنسبة للرطوبة الفعلية ، ولهذا نلجأ الى الرطوبة النسبية

ج- الرطوبة النسبية نعني بها النسبة المئوية بين ما يحمله الهواء فعلا اي الرطوبة الفعلية وما يمكن للهواء ان يحمله ليصل الى درجه الاشباع اي رطوبة الاشباع ونحصل على الرطوبة النسبية بالطريقة التالية:

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{الرطوبة الفعلية}}{\text{رطوبة الاشباع}} \times 100$$

مثلا هواء حرارته 30 درجة مئوية و رطوبته الفعلية 152 غرام متر مكعب هل هو جو جاف ام رطب ، لتحديد نوع هذا الهواء نطبق المعادلة السابقة ، بالنسبة لهذا الجو حرارتها 30 درجة مئوية نعود للجدول السابق نجد ان حرارة 30 درجة يجب ان تتوفر الرطوبة 30.4 غ م ليصل هذا الهواء الى درجة الاشباع

إذا الرطوبة النسبية : $15.2 / 30.4 \times 100 = 50\%$

اي هذا الهواء هو فقط نصف مشبع ، ويمكنه ان يصل الى درجة الاشباع عبر طريقتين إما نضيف 15.2 أخرى لنصل الى 15.2 + 15.2 = 30.4 غ م التي تمثل رطوبة الاشباع بالنسبة لهذا الجو أو الطريقة الثانية أن تنخفض الحرارة فإذا انخفضت الحرارة الى 15 درجة آنذاك الجو يتطلب فقط 12.8 غ م مكعب ليصل الى درجة الاشباع وآنذاك تصبح الرطوبة النسبية تساوي 100 بالمئة أي جو المشبع تفسير هذا الجو رطوبته الفعلية 15.2 غرام متر مكعب بالنسبة للحرارة الجديدة هذه هذا الرقم يمثل اكثر من المطلوب لأنه بالنسبة لحرارة 15,8 درجة الجو يتطلب فقط 12.8 غ متر مكعب إذن الرطوبة النسبية هي :

$12.8 / 15.2 =$ أكثر من 100%

إذن الجو وصل الى درجة الاشباع إذا بفضل الرطوبة النسبية يمكننا تحديد حالة الجو هل هو مشبع أو رطب أو جاف وهذا يبقى مهما بالنسبة للدراسات المناخية.

د- عجز الرطوبة déficit de saturation يعني به الفرق بين الرطوبة الفعلية والرطوبة الاشباع عجز الرطوبة تساوي رطوبة الاشباع ناقص الرطوبة الفعلية. دراسة عجز الرطوبة بدورها تبقى مهمة ، لأنها تمكننا من معرفة الكميات اللازمة ليصل الهواء الى درجة الاشباع ، وما يقع بعدها من ظواهر مناخية .

1- شروط ومظاهر التكاثف :

1-1 شروط التكاثف :

ليحدث التكاثف لابد من توفر مجموعة من الشروط منها أولا وصول الهواء الى درجة الإشباع اي أن الرطوبة النسبية تساوي 100 في المئة بعد الوصول الى هذا السقف يتحول بخار الماء الى حالته الأصلية اي السائلة أو الصلبة فيقوم بإطلاق الحرارة التي اكتسبها في الحالة الأولى اي التبخر حيث تتطلب كمية مهمة من الحرارة ، هذه الحرارة التي نسميها حراره التكاثف $chaleur\ de\ condensation$ تعمل على تسخين الهواء وتزيد من رطوبته وامطاره .

والتكاثف ليقع يجب ان تتوفر مجموعه من الشروط منها :

1-1-2 التقاء كتلتين هوائيتين مختلفتين من حيث الحرارة والرطوبة الفعلية هذا الالتقاء في الغالب يؤدي الى التكاثف، لأن العلاقة بين الحرارة والرطوبة لا يتم على شكل خطي بل الخلية تكون دائما للرطوبة على حساب الحرارة .

• مثلا هواء حرارته صفر درجه يحتوي 4,8 جرام متر مكعب

• جو ثاني حرارته 20 درجه ويحتوي على 17 غ م مكعب

بعد اختلاطهما أصبحت الحرارة المعدلة هي $10 = 2/0 + 20$

الرطوبة المعدلة : $11.05 = 2/4.8 + 173$ غ م²

بالنسبة لحرارة 10 درج الجو يتطلب فقط 9.4 غ ليصل الى درجه الإشباع ، لأن الجو تعدى درجه الاشباع

1-1-3 التبريد الاشعاعي والحركات الأفقية :

رأينا عند دراسة الإشعاع الشمسي أن الارض تكتسب حرارة نهارا وتفقدتها ليلا عن طريق الاشعاع الأرضي هذا الفقدان يختلف حسب حالة الجو ، على العموم هذه العملية ينتج عنها

تبريد المستويات السفلى للهواء الملامس للسطح فيصل الى درجة الاشباع هذه العملية تؤدي الى ظهور الضباب الذي نسميه الضباب والاشعاعي *brouillard de rayonnement* ، نفس العملية نسجلها فوق التيارات البحرية الباردة والتي تكون مصحوبه بالضباب لأن الهواء الموجود فوق هذه التيارات البحرية الباردة يتم تبريده فيصل الى التكاثف والضباب.

1-1-4 التبريد الناتج عن الحركات التصاعدية والارتخاء الهواء الصاعد تحت أي تأثير يتم تبريده لان عملية الرفع تجعل الحرارة تقل فيصل الى درجة الاشباع هنا تجدر الإشارة إلى أن وصول الهواء الى درجة الاشباع لا يعني دائما التكاثف لأنه ليقع التكاثف لابد من توفر أنوية *nouveaux de condensations* التكاثف يتكاثف حولها الهواء المتكاثف.

2-1 مظاهر التكاثف :

رأينا ان بخار الماء يعود الى حالته الأصلية بعد حدوث درجة الاشباع او رطوبة نسبيه تساوي مئة في المئة كما أشرنا كذلك الى ضرورة وجود انوية أي نوع التكاثف يلتف حولها هذا البخار المتكاثف ولهذا فإننا حينما نتحدث عن البخار الذي يتم تكاثفه فإننا في الحقيقة نتحدث عن المظاهر المختلفة التي يتخذها وهي :

1-2-1 الندى او الصقيع :

رأينا ان الارض تفقد الحرارة التي اكتسبها نهارا عن طريق الاشعاع الشمسي ، هذا الفقدان يتم عن طريق الاشعاع الارضي حينما يكون الجو صافيا يكون الفقدان مهما او كبيرا الشيء الذي يسمح بتبريد المستويات السفلى من الجو فيتكاثف بخارها المائي فإذا كانت الحرارة موجبة فإن هذا البخار المتكاثف يتخذ شكل قطرات مائية تبلل الاوراق وسطح الارض وهذه الحالة *roseé* هي التي نطلق عليها اسم الندى. هذا الندى يهيم الاجزاء الغربية من المغرب ويعتبر مفيدا للفلاحة نظرا لما يقدمه من كميات مطرية يمكن ان تصل ما بين 80 و 100 ميليمتر وهي التي نسميها بالتنساقطات الغير مرئية والتي تعتبر مظهرا من مظاهر التكاثف

أما في الوقت الذي تنزل فيه حرارة تحت الصفر (حرارة سالبة) البخار المتكافئ يتخذ مظهرا أخر أي يظهر على شكل بلورات جليدية تسمى الصقيع ، وعلى خلاف الندى فالصقيع يقع في المناطق الداخلية البعيدة عن البحر ويعتبر مضر بالفلاحة

1-2-2-1 الضباب :

الضباب عبارة عن قطرات مائية صغيرة جدا اذ لا يتعدى قطرها 20 ميكرو الشيء الذي يسمح لها بان تبقى عالقة في الهواء ويمكن للهواء الملامس للسطح بان يحملها ، نتحدث عن الضباب في الوقت الذي يصبح مدى رؤيته لا يتعدى 1 كلم. كثافة هذه الضباب ترتبط بمدى انخفاض الحرارة.

وينقسم الضباب الى عدة انواع هي :

سنكتفي بذكرها لأننا سنعود الى دراستها بشكل مفصل في الفصول القادمة.

1-2-2-1 الضباب الاشعاعي :

هذا النوع ينتج عن التبريد الاشعاعي اي التبريد الناتج عن الاشعاع الارضي.

1-2-2-2 ضباب الانعكاس :

بدوره ينتج عن التبريد الاشعاعي لكن الفرق هو أنه يمكن ان يوجد بالقرب من السطح ولكن كذلك يوجد بعيدا عن السطح .

1-2-2-3 ضباب التصاعد

1-2-2-4 ضباب التيارات البحرية الباردة

خاتمة :

بعد قيامنا بدراسة عناصر المناخ كل عنصر على حده يمكننا أن نشير الى العلاقة الوطيدة بين هذه العناصر المختلفة وعلاقتها بالحركات الأرضية

الحركات او دوران الارض سواء حول نفسها او حول الشمس يؤثر على زاوية سقوط الأشعة الشمسية لأن الارض أثناء دورانها تجعل الأشعة الشمسية تصل بزوايا مختلفة أي نجده مختلفة حيث نجد مناطق تتلقى اشعة عمودية تكون بها حرارة مرتفعة ومناطق تصلها أشعة مائبة او مائله جدا تكون بها حرارة منخفضة ، هذا الاختلاف في توزيع الحرارة ينعكس على الضغط الجوي. والمناطق الحارة يكون بها الهواء خفيفا الشيء الذي يسمح له بالصعود تاركا فراغا عند السطح أي ضغطا منخفضا عكس المناطق التي تكون بها الحرارة منخفضة حيث الهواء يتم تبريده فينزل نحو السطح مشكلا بذلك ضغوطا مرتفعا اختلاف الضغوط يكون سببا في تحرك الرياح من مناطق الضغط المرتفع إلى المنخفض لكن هذه الرياح تصطدم بالحركات الأرضية فتجعلها لا تتجه من الضغط المرتفع نحو الضغط المنخفض بل تترك الضغوط المرتفعة على يمينها والمنخفضة على يسارها هذه الرياح تؤثر على الرطوبة وعلى التساقطات من خلال هذه الخاتمة حاولنا التركيز على العلاقة الوطيدة بين عناصر المناخ.