الرطوبة الجوية Atmospheric Moisture

يقصد بالرطوبة الجوية مقدار بخار الماء الذي يحتويه الهواء ، ويكون في حالة غير مرئية وهو بذلك يختلف عن الابخرة المائية المرئية التي تكون السحاب او الامطار، وتلعب الرطوبة الجوية دورا هاما في الطقس والمناخ فهي عامل اساس في تكوين مظاهر التساقط والتكاثف المختلفة مثل المطر والثلج والبرد والضباب والندى والصقيع .

وتحدث هذه المظاهر نتيجة لتكاثف الرطوبة الجوية عندما تنخفض درجة حرارة الهواء الى ما دون نقطة الندى Dew point التي تعرف بانها درجة الحرارة التي يحدث عندها تكاثف بخار الماء الموجود في الجو ويطلق عليها درجة حرارة التكاثف ، وتنخفض درجة حرارة الهواء الى ما دون نقطة الندى بسبب الارتفاع او انتقال الهواء الرطب من نقطة دفيئة الى اخرى باردة او فقدانه لحرارته بفعل الاشعاع وخاصة اثناء الليل [٢٠١].وتقدر كمية المياه الكلية بحوالي ١٥٠٠ مليون كم٣ وتتوزع بالشكل الاتي :-

اولا: مياه البحار والمحيطات ونسبتها ٩٥% بتركيز ملحي ٣٥غم/لتر.

ثانيا : الماء العذب ونسبته ٥% وتتوزع بالشكل الاتي :-

١- ماء متجمد (القطب) ونسبته ٤% .

٢- ماء سائل وتصل نسبته ١% وتتوزع بالشكل التالي :-

أ- مياه جوفية ٠,٩٧% .

ب- مياه سطحية (انهار وبحيرات) بنسبة ٠.٠٢% .

ج- الرطوبة الجوية في الغلاف الجوي بنسبة ٠.٠٩٥% .

د- المياه الحيوية في الاجسام الحية بنسبة ٠.٠٠٥% .وعلى الرغم من ان نسبة بخار الماء في الغلاف الغازي ضئيلة ٠,٩٥% الا انها كمية ضخمة اذ تصل الى ٣٨٠٠٠٠ كم٣ [٢٠٢].

Scanned by TapScanner

والرطوبة Humidity او بخار الماء العالق بالجو مشتق عن طريق عمليات التبخر من المسطحات المائية ومن عملية التبخر والنتح من النباتات ومن عملية التبخر من التربة . وتتوقف كمية وسرعة التبخر من المسطحات المائية على :-

١- درجة حرارة الهواء وجفافه وحركته ، فعملية التبخر تشتد كثيرا في يوم حار جاف قوي الرياح عن يوم اخر بارد رطب هادئ .

٢- مساحة المسطحات المائية .

ويمكن ان يجمل توزيع التبخر الحقيقي في العالم بما يلي :-

١- يزداد التبخر على المسطحات المائية منه على اليابس .

٢- تبلغ عمليات التبخر اقصاها في العروض الدنيا وتقل تدريجيا تجاه القطبين . ويشتد التبخر بين خطي عرض ١٠ ° ، ٢٠ ° شمالا وجنوبا ، وذلك حيث يكون الهواء اكثر جفافا والرياح اكثر سرعة منها عند خط الاستواء وعلى العموم فان نسبة صغيرة للغاية من المسطحات المائية الضخمة هى التى تتحول الى رطوبة جوية وسحب عالقة بالجو ، وهذه هي التي تتحول عن طريق التكاثف – الى مظاهر التساقط المختلفة (٢٠٣) .

ويساهم التبخر من المسطحات المائية في ٣/٢ مها والتبخر من اليابس في ٣/١ منها ، وتتمثل اهمية بخار الماء في الغلاف الجوي (رغم قلته) في (٢٠٤):-

١- ينظم وصول اشعة الشمس الى الارض ويمنع الاشعاع من الهروب الى الفضاء .

٢ – تستمد العواصف المدارية كالتورنادو والهركين طاقتها من تكاثف بخار الماء .

٣ – تؤثر الرطوبة في استمرار التبخر من المسطحات المائية واليابس .

٤- يعد المصدر الرئيس لكل عمليات التكاثف والتساقط .

Scanned by TapScanner

وعموما فان بخار الماء الموجود في الجو يقع دون مستوى ١٠كم ،اما اهم مصطلحات الرطوبة فهي :-

١ - ضغط بخار الماء Vapor pressure :

هو الضغط الذي يمارسه بخار الماء في الهواء ويقاس بالمليبار ، واذا زادت كمية بخار الماء في الهواء ارتفع ضغطه الى ان يصل الى الحد الذي لا يستطيع الهواء بعده ان يتحمل كمية بخار الماء اي انه يصبح مشبعاSaturated فيسمى ضغط بخار الماء بضغط بخار الماء الاشباعي واعلى قيمة لضغط بخار الماء في خط الاستواء وتنخفض باتجاه القطبين (٢٠٥).

٢ - النقص في التشبع :

التشبع هو الهواء الذي يحمل اقصى كمية من بخار الماء في درجة حرارة معينة ، ويتشبع الهواء بطريقتين :-

أ- اضافة رطوبة بدون تغير درجة الحرارة (٢٠٦).

ب- خفض درجة الحرارة مع بقاء الرطوبة ثابتة .

٣- الرطوبة النسبية Relative humidity (٢٠٧):

هي النسبة المئوية بين بخار الماء الموجود فعلا في الهواء وكمية بخار الماء اللازمة حتى يكون الهواء مشبعا في نفس درجة الحرارة والضغط وتستخرج من :-

الرطوبة النسبية = (ضغط بخار الماء الحقيقي / ضغط بخار الماء الاشباعي)×١٠٠

الرطوبة النسبية = (الرطوبة النوعية / الرطوبة النوعية الإشباعية) × ١٠٠

الرطوبة النسبية = (معامل الخلط / معامل الخلط الاشباعي) ×١٠٠ .

Scanned by TapScanner

٤- الرطوبة المطلقة Absolute humidity :

هي كتلة بخار الماء في وحدة الحجم من الهواء الجوي ويعبر عنها بغرام من بخار الماء في المتر المكعب من الهواء [٢٠٨].

٥- الرطوبة النوعية Specific humidity :

هي وزن بخار الماء نسبة لوزن كتلة معينة من الهواء بما فيها بخار الماء نفسه غم بخار الماء/كغم من الهواء .

٦- معامل الخلط :

هو وزن بخار الماء في وحدة الوزن من الهواء الجاف ، اي انها وزن بخار الماء مقسوما على وزن الهواء بعد طرح وزن الماء منه .

٧- نقطة الندى Dew- point :

هي درجة الحرارة التي يصل فيها الهواء الى حد التشبع عن طريق خفض درجة الحرارة مع بقاء الرطوبة ثابتة حتى تصبح كمية الرطوبة كافية لإشباعه [٢٠٩].

وعندما تكون الحرارة تحت الصفر المئوي تسمى نقطة الانجماد .

مقاييس الرطوبة Psychomotor [٢١٠]:

١. المرطاب ذو المحرارين (السيكرومتر)

انظر الاشكال المتنوعة للمراطيب في شكل (٢٨) .

وهو نوعان:-

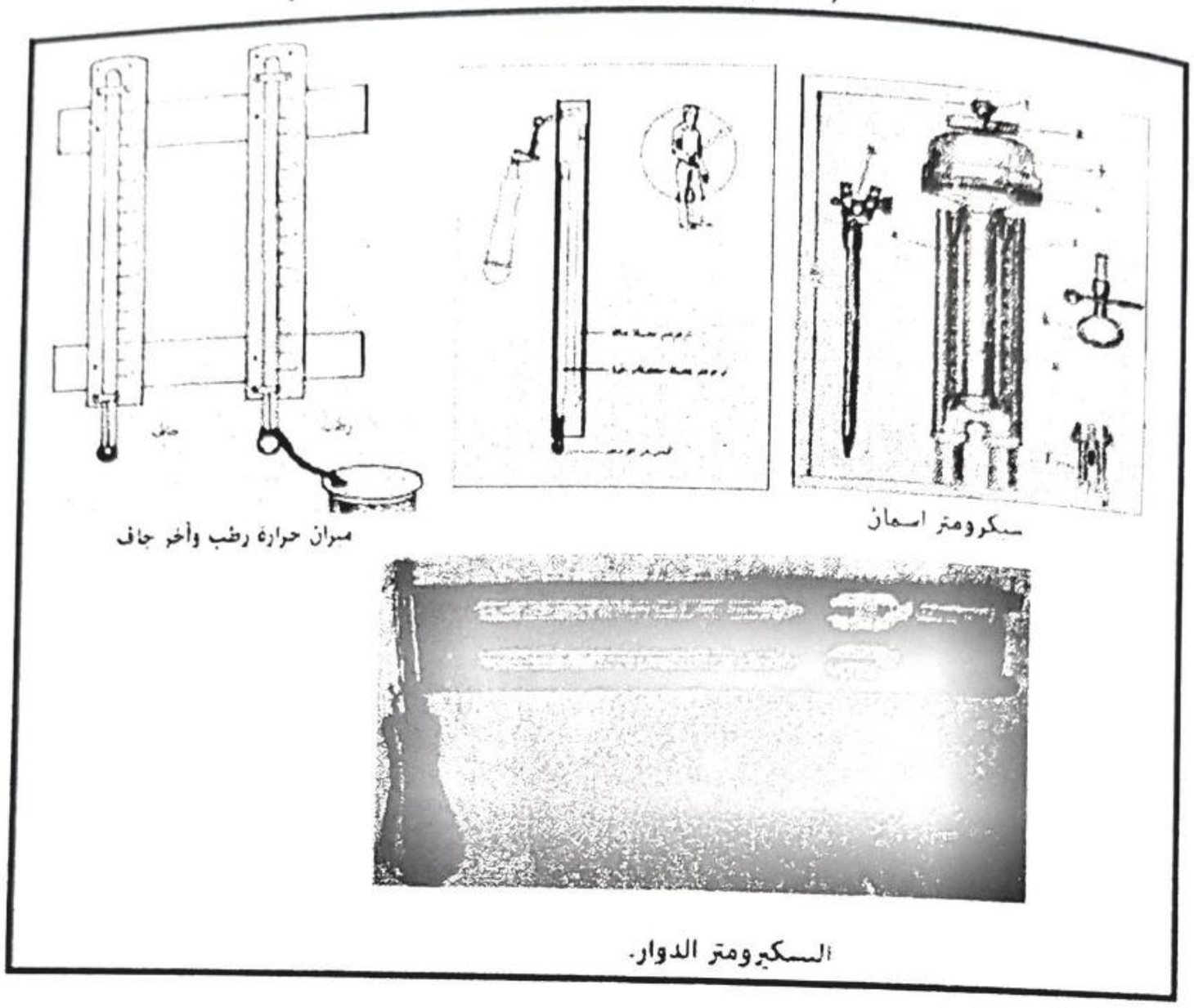
أ- السيكرومتر اليدوي Sling Psychomotor :

الذي يستخدم اليد في تحريك المقبض

ب- سيكرومتر اسمان Assman Psychomotor والذي يستخدم مروحة بدل استخدام اليد في زيادة التجفيف .

Scanned by TapScanner

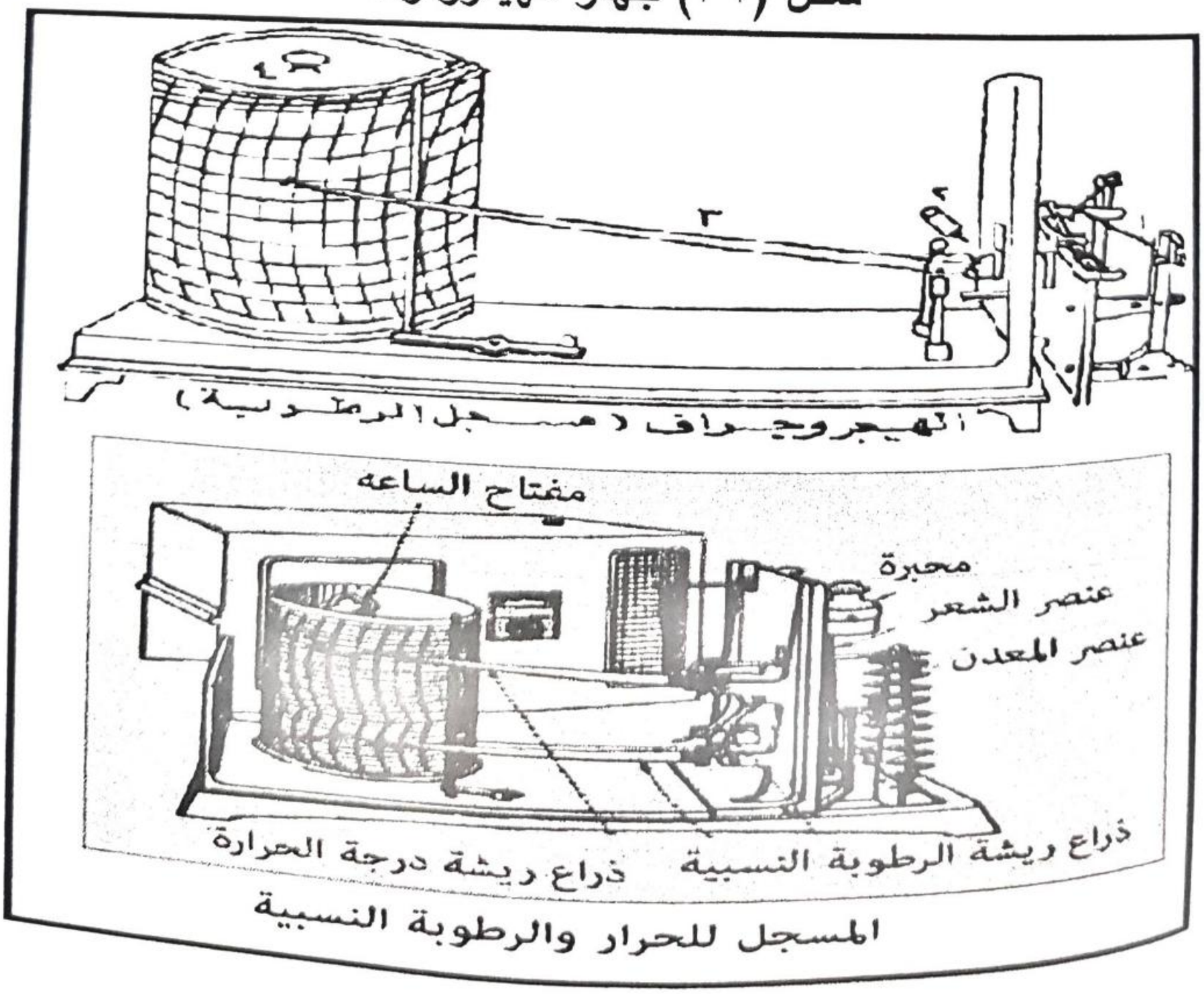
شكل (٣٠) اشكال متنوعة للمرطاب .



٢- مسجل الرطوبة (الهيكروكراف) Hygrograph :

الذي يستخدم شعرة الانسان او الحيوان انظر الشكل (٣١) .

شكل (٣١) جهاز الهيكروكراف



Scanned by TapScanner

الفصل السادس

دورة الماء في الطبيعة

تسمّى دورة المياه بالدورة الهيدروليكية، وهي حركة المياه المُستمرّة بين القارات والمُحيطات والغلاف الجويّ؛ حيث تتواجد المياه في الكرة الأرضيّة على ثلاث حالات وهي [٢١١]:

الحالة السائلة: تتواجد المياه بالشكل السائل في الكرة الأرضيّة بشكل كبير فهي تُشكّل سبعين بالمئة من سطح الأرض، ومعظم المياه السائلة موجودة في المحيطات؛ حيث تحتوي المُحيطات على ستّة وتسعين بالمئة من إجمالي حجم المياه على سطح الأرض، بينما تتواجد المياه بشكل قليل على شكل بُحيرات المياه العذبة، والأنهار والمياه الجوفيّة.

الحالة الصلبة: مثل الجليد والثلج.

الغازات أو بخار الماء: تتواجد الغازات وبخار الماء بكميّات قليلة في الغلاف الجويّ.

مراحل دورة المياه تمر دورة المياه بعدّة مراحل وهي[٢١٢] :-

التبخر ضمن دورة الماء في الطبيعة

عملية التبخُّر هي تحوُّل المياه على سطح الأرض من الحالة السائلة إلى الحالة الغازيّة وانتقالها إلى الغلاف الجويّ، وتعتبر عمليّة التبخُّر إحدى العمليات الرئيسية فى دورة المياه، حيث تحصل عندما تكتسب بعض الجزيئات في كتلة المياه ما يكفي من الطاقة الحركيّة للخروج من سطح الماء، وتعتبر درجة الحرارة، والرطوبة، وسرعة الرياح والإشعاعات الشمسيّة من أهمّ العوامل المؤثّرة في حدوث عمليّة التبخر، وهناك العديد من الحالات للتبخر وهي:

التسامي: هي تحوُّل الثلج أو الجليد من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازيّة بشكل مباشر.

Scanned by TapScanner

النتح: هي عمليّة التبخُّر التي تحدث في أوراق النباتات، حيث تتبخّر المياه من خلال المسامات أو الثغرات الدقيقة جداً الموجودة في أوراق النبات.

التبخّر الكلّي: هو التبخُّر الناتج عن عمليتيّ النتح والتبخُّر من مياه التربة والثلوج والجليد والنباتات وجميع الأسطح معاً.

التكاثف ضمن دورة الماء في الطبيعة

التكاثف هو العمليّة العكسيّة للتبخر، حيث تتحول المياه من حالة البخار إلى الحالة السائلة، وتحدث عند احتواء الهواء على كميّة من بخار الماء، بحيث تكون هذه الكميّة من البخار الذي يحمله الهواء أكبر من الحدّ الأعلى الذي يستطيع استقباله في درجة الحرارة السائدة، ويحدث التكاثف بسبب البرودة أو بسبب اختلاط كتلٍ هوائيّة ذات درجات حرارة مختلفة، وعند تحرير بخار الماء من الغلاف الجوي ينتج عنه هطول الأمطار[٢١٣].

التساقط ضمن دورة الماء في الطبيعة

يحدث تساقط الأمطار نتيجةً لعمليّة التكاثف التي تحدث في الغلاف الجويّ، حيث يعتبر الهطول إحدى الطرق التي يتمّ فيها تدوير المياه من الغلاف الجوي إلى الأرض أو المحيطات في حالة المياه السائلة وهي الأمطار، أو المياه الصلبة كالثلج والبَرَد، ولا يعتبر الضباب شكل من أشكال الهطول، لأنّ الماء الموجود في الضباب لا يتكاثف، ولا يتحول إلى سائل ثمّ يسقط إلى الأرض، وإنما يعتبر الضباب جزءاً من دورة المياه حيث يكون الماء معلّقاً في الغلاف الجوي[٢١٤]

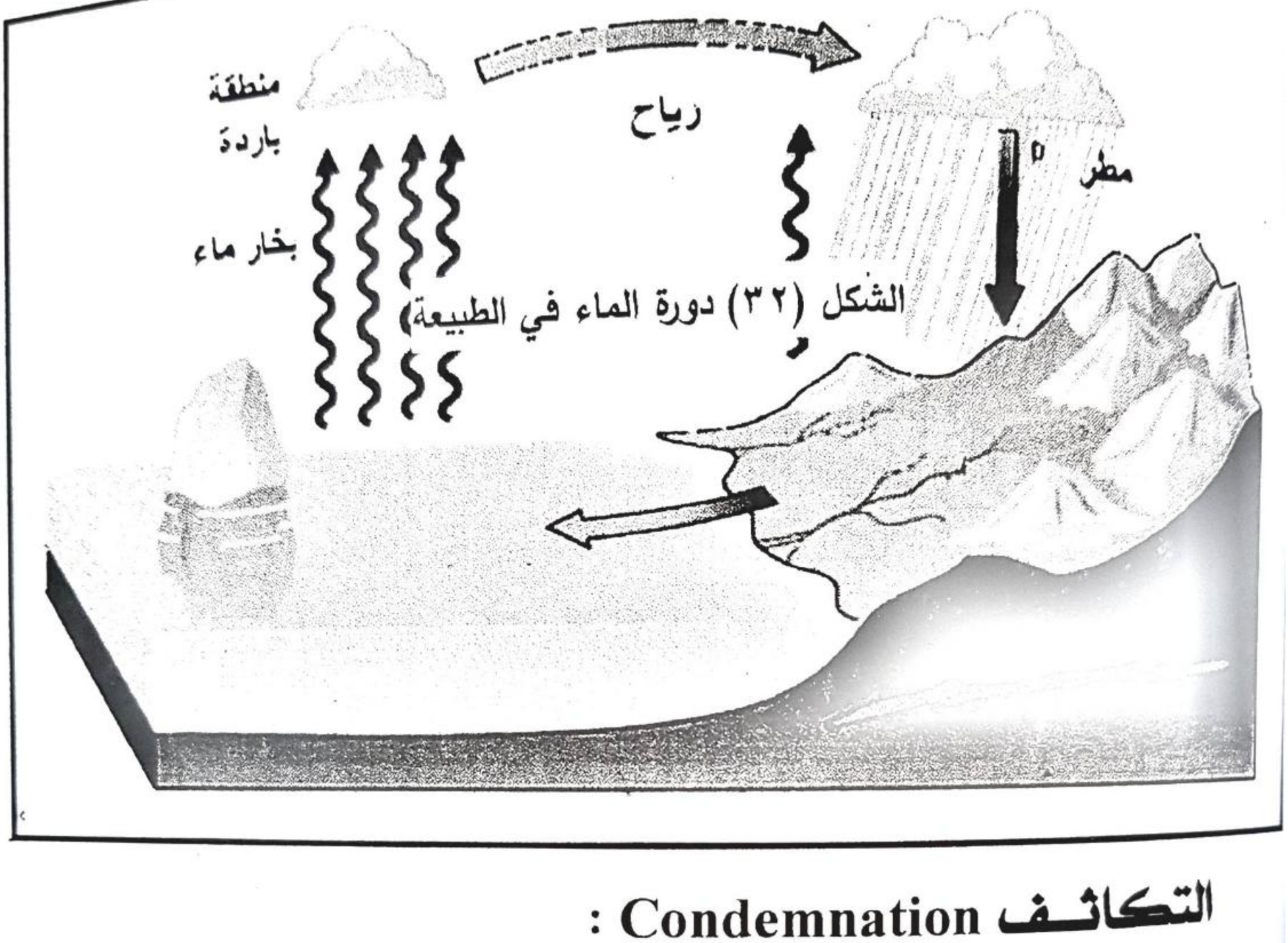
عمليات أخرى يمر بها الماء

العمليّات الأساسيّة التي تمرّ فيها المياه في دورة المياه في الطبيعة هي: التبخُّر والتكاثُف والتساقط (أنظر الشكل ٣٢)، إلا أنّ هناك عمليّات أخرى تحصل خلال دورة المياه وهي[٢١٥]

الجريان السطحيّ: مثل ذوبان الجليد الذي يحصل بسبب ذوبان الثلج أو الأنهار الجليديّة، التي تعمل على تشكيل تيّارات أو برك.

Scanned by TapScanner

التبخُّر النتحي: هي مزيج لعمليتي التبخُّر والنتح، ويتم استخدامه في بعض الأحيان لتقييم حركة المياه في الغلاف الجوي.



الشكل (٣٢) دورة الماء في الطبيعة

التكاثـف Condemnation :

هو عملية تحول بخار الماء من الحالة الغازية الى السائلة او الصلبة ويتحول بخار الماء الى قطرات ماء او بلورات ثلج اذا توفرت الشروط الاتية:-

١- انخفاض درجة حرارة الهواء الى ما دون نقطة الندى ويتم ذلك بالطرق الاتية :-

أ - فقدان الحرارة بالإشعاع اثناء الليل .

ب- انتقال الهواء من جبهات دافئة الى اخرى باردة .

ج- مرور الهواء الى طبقات الجو العليا نتيجة التسخين .

د - ارتفاع الهواء الى طبقات الجو العليا نتيجة التسخين .

Scanned by TapScanner

٢ – وجود نويات التكاثف عالقة في الهواء ، وهي جسيمات صغيرة تجذب حولها بخار الماء مكونة المطر والثلج ، ويحدث التكاثف عندما تصل الرطوبة النسبية الى ٧٠%.

٣ – وجود هواء رطب .

اما تحول بخار الماء الى ثلج دون المرور بالحالة السائلة فيسمى التسام Sublimation [٢١٦].

صور التكاثف وهي على نوعين :-

١- قرب سطح الارض (الضباب ، الندى، الصقيع) .

٢- في طبقات الجو العليا (السحب) .

١ – الضباب Fog / ويتكون اذا تكاثف بخار الماء في الهواء قرب سطح الارض على شكل قطرات ماء دقيقة عالقة في الهواء حيث يقل مدى الرؤيا عن ١٠٠٠م اما اذا كان مدى الرؤيا بين ١٠٠٠ – ٤٠٠٠ م فيسمى الضباب الخفيف (الشابورة Mist) .

* عوامل تكون الضباب هي[٢١٧].

١- توفر الرطوبة في الجو .

٢- صفاء السماء الامر الذي يساعد على زيادة الاشعاع الارضي ليلا وبرودة سطح الارض .

٣ – تبريد الهواء الى ما دون نقطة الندى .

٤- استقرار الهواء وقلة حركة التيارات الهوائية الصاعدة فيه .

٥- هدوء الرياح السطحية .

* انواع الضباب / يقسم الضباب حسب الطريقة التي يتم بها تبريد الهواء او حسب السطح الذي يتكون عليه الى :-

١- الضباب الاشعاعي Radiation Fog / ويتكون نتيجة لعملية التكاثف قرب سطح الارض ذات الرياح الهادئة حيث يبرد سطح الارض بسبب الاشعاع الارضي فتنخفض حرارة الهواء الى ما دون نقطة الندى ليتكون

Scanned by TapScanner

ضباب خفيف قرب الارض ليتوسع تدريجياً وقد يصل سمكه الى ٣٠م ، ويحدث في العراق شتاءا او بداية الربيع.

٢- الضباب المتقدم Advection Fog / ويتشكل اذا انساب هواء دافئ ورطب وخفيف السرعة فوق ارض باردة حيث تنخفض حرارة طبقة الهواء السطحية الى ما دون نقطة الندى فيتكون الضباب ، وقد يسمى الضباب الاشعاعي المتنقل اذا ما تكون في منطقة ما ونقلته الرياح الى منطقة مجاورة (٢١٨).

٣- ضباب الجبهات Frontal Fog / ويتكون بسبب تكاثف بخار الماء في الهواء الدافئ وتزداد فرصة تكونه بزيادة الفرق بين حرارة الهواء الدافئ والهواء البارد (٢١٩)

٤- ضباب البخار Steam Fog / ويتكون عندما يمر هواء بارد جدا فوق مسطح مائي ادفأ فيتكاثف بخار الماء المتصاعد من المياه بالقرب من سطح الماء وهو سميك وقصير العمر .

٥- ضباب السفوح Upslope Fog / ويتكون عندما يصعد هواء رطب نسبياً بسرعة قليلة على سفح قليل الانحدار بحيث تنخفض الحرارة الى نقطة الندى ويتكون ضباب كثيف (٢٢٠).

٢ - **الصقيع Frost** / يشبه الندى من حيث اوقات ومواقع تكونه الا انه يختلف عنه في التكوين حيث يتألف من بلورات صغيرة من الثلج ، ويرجع السبب في ذلك الى انخفاض درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الارض الى اقل من الصفر المئوي انخفاضاً فجائياً بحيث تتجمد بسببه الغازات الجوية الملامسة لسطح الاجسام المعدنية والقريبة من سطح الارض تجمداً مباشراً الامر الذي يسبب خسائر كبيرة للمحاصيل الزراعية ، ويسمى هذا النوع من الصقيع بالصقيع الابيض ، اما اذا انخفضت درجات الحرارة الى ما دون درجة التجمد ولم يرافق ذلك تكون البلورات الجليدية فيسمى بالصقيع الاسود ويتكون الصقيع بسبب :-

Scanned by TapScanner

أ – فقدان الحرارة بالإشعاع في (الشتاء والربيع والخريف) وفي الصيف يتكون عندما تكون الرياح هادئة والسماء صافية وانخفاض الحرارة الى ما دون الصفر المئوي .

ب– تدفق كتلة هوائية تنخفض درجة حرارتها عن الصفر المئوي ويسمى الصقيع الذي يتكون بالصقيع المتنقل (٢٢١)

الندى Dew

هو قطرات مائية تشاهد في الصباح على اوراق النباتات وزجاج النوافذ نتيجة لتكاثف بخار الماء في الهواء الملامس لها . وله شروط ليتكون هي :

أ– صفاء السماء وخلوها من السحب ليلا اذ يساعد ذلك على زيادة الاشعاع وتبريد الارض والاجسام الصلبة .

ب– سكون الهواء وهدوءه (٢٢٢).

٣ – الغيوم Clouds / هي حجم من الهواء يحتوي على بخار ماء مضغوط بهيئة مرئية قطرات ماء او بلورات ثلج فاذا استقرت قاعدة الغيمة على الارض سميت الضباب اما اذا استقرت فوق الارض فتسمى غيوم . ويساعد على حدوث تكاثف ينتج عنه غيوم ما ياتي :

١– املاح مجهرية مائية دقيقة الحجم .

٢– فضلات تلوث كبريتية .

٣– تبريد الهواء ووصوله الى نقطة الندى (٢٢٣)

رصد الغيوم

وترصد الغيوم من حيث :–

أ – مقدار الغيوم : اي نسبة تغطية السماء ويرمز له بالرمز N وفي بعض الاحيان السماء الى ثمانية اقسام وفي احيان اخرى الى عشرة اقسام وكما في الشكل (٣٣) (٢٢٤):

Scanned by TapScanner