

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بيئة محاصيل (الجزء العملي)

المحاضرة بعنوان

التبخير وأجهزة قياسه



مدرس المادة

م.م. عبيد ساجد ظاهر

التبخر



يُعرف **التبخر** بأنه العملية التي يتحول بها العنصر أو المركب من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، قبل أن يصل إلى درجة الغليان، كما أنه العملية التي يدخل الماء السائل المنطلق من البحار والغطاء النباتي إلى الجو على شكل بخار الماء، أيّ أنه يجدد رطوبة الماء، ويعدّ التبخر جزءاً مهماً في حركة نظام الغلاف الجوي والأرض، وبالتالي حدوث حالات الطقس والمناخ المختلفة

وفي الطبيعة يحدث التبخر عندما يتحول الماء السائل إلى بخار الماء، حيث يخضع لهذا التحول حوالي 90٪ من الماء الموجود على كوكب الأرض، ولفهم سبب حدوث التبخر فإنّه من الجيد التفكير بوعاء من الماء المغلي، حيث تعدّ الحرارة السبب لحدوث التبخر، فهي تعمل على فصل جزيئات الماء عن بعضها البعض، واكسابها طاقة حركية تساعد على الانطلاق للأعلى بعيداً عن الماء السائل، وعلى الرغم من أنّ هذه العملية لا تحدث بنفس السرعة والوضوح في وعاء الغليان، إلّا أنّ الحرارة التي تكسبها الأجسام المائية على سطح الأرض هي السبب في حدوث التبخر.

العوامل المؤثرة في عملية التبخر

تتدخل في عملية التبخر، سواء من سطح الماء المكشوف أو من سطح التربة، عوامل متعددة بعضها عوامل مناخية مثل الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء والرياح والضغط الجوي، وبعضها الآخر مرتبط بحالة الجسم المائي أو حالة التربة التي يحدث منها التبخر. وليس من الممكن تحديد الدور الذي يقوم به أي عامل من العوامل التي تتحكم في التبخر تحديداً مستقلاً عن الأدوار التي تقوم بها العوامل الأخرى، لأن العوامل كلها تعمل مع بعضها بصورة معقدة ومتشابكة، وكل ما يمكن عمله هو تقدير النتيجة النهائية العامة لكل آثارها متجمعة. ومع ذلك فقد أثبتت الدراسات والتجارب أن تأثير بعض العوامل أقوى وأوضح من تأثير بعضها الآخر. وفيما يلي شرح موجز للعلاقة بين التبخر وبين العوامل التي تؤثر فيه، وهي:

(1) الأشعاع الشمسي

(2) درجة الحرارة

(3) الرطوبة النسبية

(4) الضغط الجوي

(5) الرياح



أولاً : عوامل مناخية

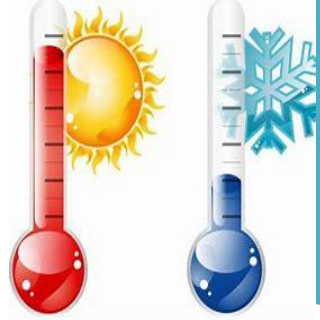
ثانياً عوامل متعلقة بحالة المياه

ثالثاً : عوامل متعلقة بحالة التربة



درجة الحرارة

يتباين معدل التبخر تبانيا مباشرا تبعا لدرجة حرارة الهواء ، فعندما ترتفع درجات الحرارة ، تتزايد قابلية جزيئات الماء للقفز من المسطحات المائية نحو الهواء ، وبمعنى آخر إن ضغط البخار على الماء سوف يتزايد بسرعة أيضاً ، وطبيعي أن التبخر يكون شديدا من الماء الحار عنه في الماء البارد .



الرطوبة النسبية

عندما يكون الهواء الذي يتواجد فوق السطح المائي جافا ، أو أن رطوبته النسبية تكون واطئة فإنه من الواضح أن عملية التبخر سوف تتزايد أكثر مما لو كانت الرطوبة النسبية للهواء عالية ، بمعنى آخر إن هناك علاقة عكسية بين الرطوبة النسبية للهواء ومقدار التبخر .



الرياح

تعتبر الرياح عاملا مهما في زيادة سرعة التبخر ، وذلك لأنها تزيح الهواء الرطب المجاور للسطح المائي ويحل محله هواء جاف ، وهذا بدوره يساعد على سرعة عملية التبخر ، كما أن الرياح تؤدي إلى حدوث حالات اضطراب في سطوح الأجسام المائية ، فتزداد مساحة السطح المائي المعرضة للهواء وبالتالي تزداد عملية التبخر .



الضغط الجوي

هناك علاقة عكسية بين مقدار الضغط السائد ، وبين سرعة عملية التبخر حيث يؤدي ارتفاع الضغط الجوي إلى التقليل من سرعة قفز جزيئات الماء التي تنظم إلى الهواء ، ولا يؤكد كثير من علماء الميترولوجيا على أهمية هذا العامل ، لأن الفرق ضئيل ، ولا يمكن قياسه . كما ان مناطق الضغط العالي الكبرى في العالم ، وخاصة منطقة الضغط العالي فوق المدارية ، تشتد فيها درجات الحرارة فلا يظهر فيها أثر عامل ارتفاع الضغط الجوي على مقدار التبخر



الأشعاع الشمسي

الماء قادر على امتصاص الإشعاع الشمسي المباشر مما يؤدي إلى تحوله إلى طاقة حركية فيرفع من حرارته وبذلك يزداد التبخر ، فالتبخر تحت ضوء الشمس أسرع منه في الظل.

ثانياً عوامل متعلقة بحالة المياه

بالإضافة إلى العوامل المناخية التي سبق شرحها فإن حالة المياه التي يحدث منها التبخر من حيث الملوحة والعمق والمساحة لها علاقة مباشرة بعملية التبخر .

- فزيادة **الملوحة** تؤدي إلى تناقص سرعة التبخر، ويقدر أن هذا التناقص يحدث بمعدل واحد في المائة لكل واحد في المائة زيادة في درجة الملوحة.

- أما **عمق المياه** فيرجع أثره إلى أن تأثير كل من أشعة الشمس ودرجة الحرارة يكون أقوى وأسرع على المياه الضحلة منه على المياه العميقة، ولذلك فإن زيادة الإشعاع وارتفاع درجة الحرارة يظهر أثرهما بسرعة على المياه الضحلة، بينما يتأخر ظهور هذا الأثر نوعاً ما في المياه العميقة.

أما **مساحة سطح الماء** فيرجع دورها إلى أن أثر الرياح يكون أقوى على المساحة الصغيرة منه على المساحة الواسعة. ففي حالة المساحة الصغيرة قد يؤدي أي تحرك الهواء- إلى إزاحة الهواء الرطب نسبياً وإحلال هواء جاف محله من اليابس المجاور، بينما قد يبقى هواء المساحة المائية الواسعة فوقها مدة أطول مما يؤدي إلى زيادة رطوبته النسبية، وبالتالي إلى تناقص سرعة التبخر.



ثالثاً : عوامل متعلقة بحالة التربة

تتحكم في التبخر من سطح التربة نفس العوامل المناخية التي تتحكم في التبخر من سطح المياه المكشوفة، ولكن التبخر من سطح التربة يتأثر إلى جانب ذلك بحالة التربة نفسها وظروفها من حيث البلورة والنسيج والتركييب، ووجود طبقة مائية قريبة أو بعيدة عن سطحها، ووجود غطاء نباتي أو جليدي فوقها، ومن أهم الملاحظات الخاصة بهذا الموضوع ما يأتي :

1- **أبتلال التربة** : إذا كانت التربة مبللة باستمرار وبدرجة كافية فقد يكون التبخر من سطحها معادلاً تقريباً للتبخر من سطح مائي مساو له في المساحة، ولكن التبخر من التربة يأخذ في التناقص كلما تناقصت درجة البلورة حتى يتوقف عندما تصبح التربة جافة تماماً.

2- **نسجة التربة** : يكون التبخر أنشط في التربة الناعمة، مثل التربة الطينية أو الصلصالية، منه في التربة الخشنة مثل التربة الرملية؛ لأن دقة مسام الطين والصلصال تساعد على ارتفاع المياه في التربة من أسفل إلى أعلى بتأثير الخاصة الشعرية **Capillary action** ولذلك فكلما تبخر الماء من سطحها، ارتفع إلى هذا السطح ماء جديد من أسفل طالما كانت الطبقة السفلى منه مبللة بعكس التربة الخشنة التي تحتفظ طبقاتها السفلى بمياهها لمدة أطول بسبب ضعف تأثير الخاصة الشعرية.

3- يساعد وجود طبقة مائية تحت التربة على زيادة التبخر، وكلما كانت هذه الطبقة قريبة من السطح كان تأثيرها أكبر.

4 - **الغطاء النباتي** : تساعد النباتات على حماية التربة من التبخر المباشر، وكلما كان الغطاء النباتي كثيفا كان تأثيره أكبر، ومع ذلك فإن عملية النتح من النباتات تؤدي إلى ضياع مقادير كثيرة من مياه التربة، حيث تمتص المياه بواسطة الجذور وتنطلق إلى الجو من مسام النباتات، وإذا كانت التربة مغطاة بطبقة من بقايا النباتات المتراكمة، كما يحدث غالبا من مناطق الغابات، فإن هذه الطبقة تحمي التربة كذلك من التبخر.

5- إذا كانت التربة مكسوة بغطاء من الجليد فإن هذا الغطاء يساعد على حمايتها من التبخر حماية تكاد تامة.

6- **لون التربة** : يتأثر التبخر بلون التربة، والمعتاد هو أن يكون في التربة السوداء أو الداكنة أسرع منه في التربة الفاتحة؛ لأن اللون الداكن يساعد على امتصاص الحرارة ويساعد بالتالي على نشاط التبخر.



ولبخار الماء كبقية الغازات ضغط خاص به ، يعرف بضغط بخار الماء ويتوقف مقدار هذا الضغط على مقدار بخار الماء في الهواء ، إذ كلما قلت كمية بخار الماء في الهواء قل ضغط البخار فيه ، وهذا يؤدي بدوره إلى زيادة عملية التبخر . والعكس هو الصحيح . ولكل درجة حرارة حد أعلى لضغط بخار الماء يعرف بضغط التشبع **Saturation Vapor Pressure** أو ضغط البخار في حالة التشبع ولا يقوي الهواء المشبع على حمل مقادير إضافية من البخار .

علاقة التبخر بتوزيع النباتات

لا يقتصر تأثير التبخر على فقد الماء من النبات عن طريق النتح فحسب لكنه يعمل أيضاً على أنقاص المحتوى المائي للتربة ، وهذا له أهمية بالغة في المناطق الجافة بشكل خاص . فكلما زاد التبخر في منطقة من المناطق زادت كمية المطر أو المياه لتكوين نوع معين من الكساء الخضري أو لنجاح زراعة محاصيل معينة . ولشدة التبخر الجوية علاقة وثيقة أيضاً بأحتياجات النباتات المائية ، أي بكمية الماء اللازمة له طول حياته لإنتاج قدر معين من المحصول . ولها كذلك علاقة بما يسمى كفاية النتح ، وهي مقدار ما ينتجه النبات طول حياته مقابل كل كيلو غرام ينتجه من الوزن الجاف ، إذ ان هذه الكميات من الماء تتوقف على شدة النتح ويتوقف الأخير بدوره على شدة عوامل التبخر الجوية .

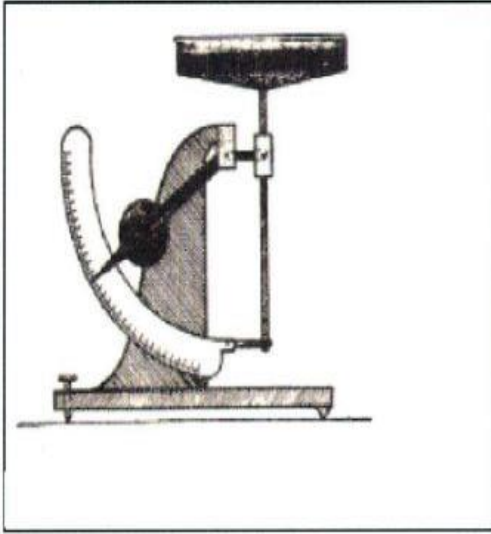
الأجهزة المستخدمة في قياس كمية التبخر

لقياس التبخر من السطوح المائية والتربة والنتح من النباتات أهمية كبرى في الدراسات الهيدرولوجية والحيوية خاصة في مجال إنشاء السدود وأعمال الري والتصريف في المناطق الجافة وشبه الجافة .
غير أنه لسوء الحظ من الصعب الحصول على قياسات تمثل تمثيلا حقيقيا الظروف الطبيعية التي يتم فيها التبخر، وأجهزة القياس المستخدمة حاليا لا تقدم نتائج دقيقة فيها تمثل لما يجري في الواقع تماما ومن أهم هذه الأجهزة :

(1) أجهزة قياس التبخر من الأسطح المائية

أ : أوعية التبخر: يستخدم في قياس التبخر أوعية (أحواض) معدنية مختلفة الأحجام مملوءة بالماء ومعرضة مباشرة للهواء ولأشعة الشمس .

ب : مقياس التبخر ذو الكفة (Evaporemeter) : وهو جهاز بسيط يتركب من وعاء على شكل كفة الميزان مملوء بالماء يتصل بمجموعة روافع تقوم بنقل الحركة العمودية لكتلة التوازن إلى حامل ذراع مؤشر ينتهي عند لوحة مدرجة يشير أمامها إلى التغيرات في كمية مياه كفة الميزان (والتي هي كمية المياه المتبخرة) .



شكل(89):مقياس التبخر ذو الكفة-نموذج ويلد

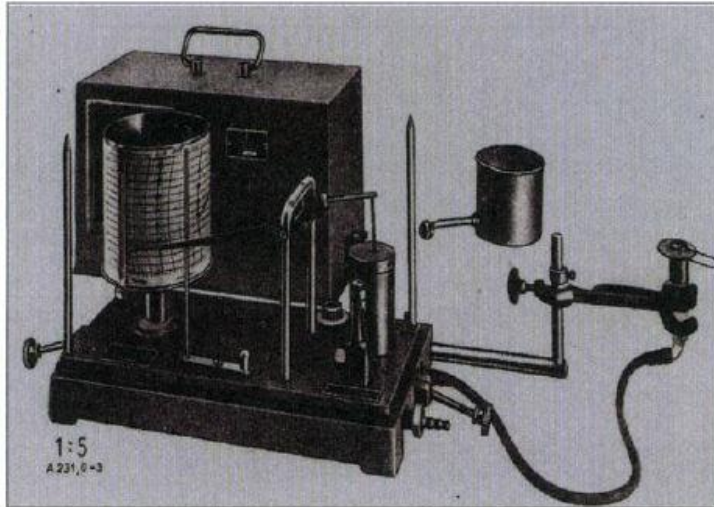
(2) أجهزة لقياس التبخر من الأسطح المسامية المبللة الأتمومترات Atmometers

(3) أجهزة قياس التبخر – النتح من التربة والنبات مثل (جهاز اللايسيمتر) Lysimeter

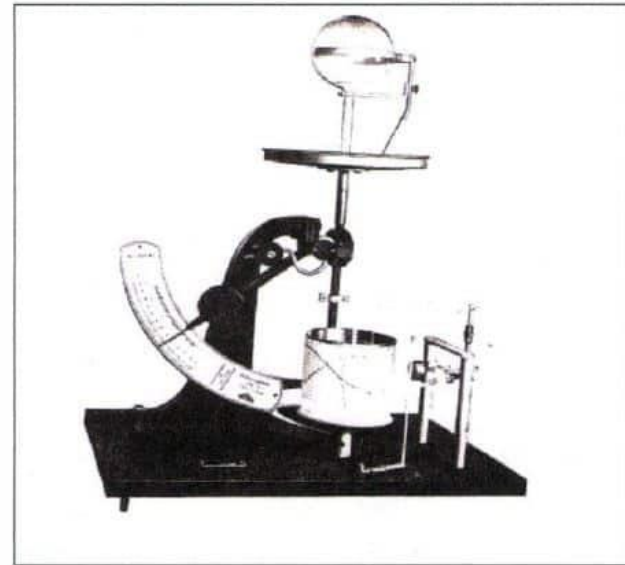
(4) مسجل التبخر الايفابوجراف Evapograph مثل :

أ : مسجل التبخر ذو الوعاء : وهو عبارة عن مقياس تبخر مسجل من نوع ذو الكفة يقوم بقياس كمية المياه المتبخرة وتسجيلها بصورة آلية وبشكل مستمر .

ب : مسجل تبخر بيشي Evapograph Piche – Type



شكل (91): مسجل التبخر - نموذج بيشي



شكل (90): مسجل التبخر ذو الكفة (الوعاء)

شكراً لحسن الأصدقاء

