الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

ميدان: علوم طبيعة وحياة

الشعبة: العلوم البيئية

تخصص: بيئة ومحيط

العمل التوجيهي الرابع

أجهزة القياس في الرصد الجوي (تابع)

أعمال موجهة خاصة بطلبة السنة الثالثة ليسانس (ل.م.د)

من إعداد الدكتور: خزاني بشير

أستاذ محاضر قسم (أ)

الموسم الجامعي:2022-2023

العمل التوجيهي الرابع

أجهزة القياس في الرصد الجوي (تابع)

Meteorological instruments

رابعا: التساقط Precipitation

1- أجهزة قياس التساقط Pluviometer

تستخدم في قياس المطر أجهزة خاصة وأبسطها وأكثرها هو الجهاز القياسي " **Standard Rain Gauge** " المستخدم في أغلب محطات الأرصاد. وأهم أجزائه هي: أسطوانة معدنية قطرها المعتاد حوالي 20 سنتيمترا وبداخلها قمع مركب فوق إناء لجمع الماء، ومخبار مدرج لقياس الماء المتجمع، وقد يوضع المخبار داخل الأسطوانة بدلا من الإناء بحيث يتجمع فيه ماء المطر مباشرة. ويوضع الجهاز دائما في العراء. ويدل ارتفاع الماء الذي يتجمع في المخبار على كمية المطر التي سقطت، وهي تحسب بالملليمترات.

وقد ظهرت من هذا الجهاز أنواع منقحة يمكن أن تسجل بواسطتها كمية المطر الساقطة بطريقة آلية. وهناك نوعان من هذه المسجلات

النوع الأول منها يعرف باسم "Tipping bucket rain gauge" أي الجهاز ذو الدلو المائل، وهو دلو صغير موضوع بميل بحيث يمكنه أن يفرغ نفسه آليا كلما تجمع فيه مقدار من المطر يعادل ربع ملليمتر. وتؤدي حركته عند التفريغ إلى توصيل دائرة كهربائية يتحرك بمقتضاها ذراع في طرفه سن ريشه تبين له كل مرة من مرات التفريغ على لوحة خاصة. ويمكن على هذا الأساس حساب مجموع كمية المطر التي سقطت.

النوع الثاني فيعرف باسم ميزان المطر Weighing rain Gauge وهو مزود بميزان خاص يمكنه أن يزن بطريقة آلية أي كمية من المطر يستقبلها الجهاز، ويسجل بطريقة آلية كذلك على لوحة خاصة بواسطة سن ريشة مثبت في نهاية ذراع يتحرك للوزن الذي بينه الميزان.

يجب عند قياس المطر أن ندخل في حسابنا مظاهر التكاثف الأخرى مثل الثلج والبرد ونضيفها إلى كمية المطر، ولو أننا قد نصادف صعوبات كثيرة في قياس كمية هذا النوع من التساقط، ولكن يمكننا أن نقدرها تقديرا تقريبيا على أساس أن كل عشرة سنتيمترات من الثلج أو البرد تعادل سنتيمتر واحد من الماء، أما أنواع التكاثف الأخرى مثل الندى والضباب فهذه وإن كانت واسعة الانتشار إلا أنها لا تؤثر تأثيرا يذكر في كمية التساقط نظرا لبساطتها وسرعة تبخرها، ولعدم تأثيرها على المياه الجارية أو المياه الجوفية.

2- مشكلات قياس المطر التساقط السائل

على الرغم من التطور الذي طرأ على أجهزة قياس المطر وغيرها من أجهزة قياس العناصر المناخية فإن قياس المطر بالذات ما زال معرضا لبعض الأخطاء الناجمة عن أسباب مختلفة. وقد تحدث بعض الأخطاء نتيجة لعدم دقة القراءات أو عمليات القياس التي يقوم بها الراصد نفسه، كما أن بعضها قد يحدث بسبب أي خلل في أجهزة التسجيل، أو بسب نوعية الجهاز المستخدم أو بسبب عدم وضعه في المواضع الصحيحة.

فمثلا وضع الجهاز في مستوى أعلى من سطح الأرض يؤدي إلى اعتراض الرياح وحدوث دوامات بها مما يؤدي إلى زيادة سرعتها ودفعها لنقط المطر الساقطة بعيدا عن الجهاز، وخصوصا في أثناء هبوب الرياح القوية التي تكون في كثير من الأحيان مصاحبة لسقوط المطر، وهكذا فإن المستويات التي توضع عليها الأجهزة في الدول المختلفة تتفاوت من 30 سم إلى مترين أو أكثر فوق سطح الأرض. وتظهر هذه المشكلة بصورة أوضح عند وضع هذه الأجهزة على المرتفعات بسبب ارتفاع سرعة الرياح وكثرة الاضطرابات الجوية. ولتقليل الخطأ في

نتائج القياس في مثل هذه الظروف يبنى حول جهاز القياس حائط بمقاييس محسوبة، وعلى بعد محسوب كذلك لكي يقلل من سرعة الرياح ولا يعرقل في نفس الوقت سقوط المطر في الجهاز.

3- مشكلات قياس التساقط الصلب

إن الأجهزة المستخدمة لتسجيل المطر السائل أو قياسه لا تصلح تماما لقياس التساقط الصلب إلا إذا كان هذا التساقط خفيفا بدرجة تسمح بدخوله في الجهاز، حيث يمكن في هذه الحالة حسابه على أساس كمية الماء التي تنتج منه بعد انصهاره. ولهذا فقد ابتكرت مسجلات خاصة لتسجيل وزن الثلج المتساقط.

نظرا لأن بلورات الثلج المتساقط تكون عادة خفيفة جدا فإن الرياح تذروها وتوزعها على سطح الأرض بشكل غير منتظم مما يؤدي إلى تباين سمك الطبقة المتراكمة من موضع إلى آخر، ولهذا فإن ما يسجله "ميزان الثلج "**Snow gauge** لا يدل إلا على كمية الثلج التي تسقط فوقه فقط، ولا يدل على سمك الثلج المتراكم على كل المنطقة التي يوجد فيها، ولذلك فقد اقترحت طريقة أخرى لقياس كمية الثلج الذي سقط على المنطقة عن طريق عمل مجسات في عدة مواضع لقياس سمك الثلج المتراكم في كل منها وحساب المتوسط بالنسبة لكل المنطقة وتحول هذا المتوسط إلى ما يعرف "بالمعادل المائي "**Water equivalent** وذلك علي أساس أن سمكا مائيا واحدا يقابل 12 سمكا من الثلج، ولكن هذه النسبة لا تتوقف على سمك الثلج وحده بل تتوقف كذلك على درجة تكدسه، فكلما ازداد تكدسه زاد المعادل المائي الذي يقابله، ومن الممكن كذلك حساب هذا المعدل بأخذ عينة من السمك الكلي لطبقة الثلج ووزنها وتصنيفها بواسطة أجهزة بسيطة لفرز الثلج ثم حساب متوسط المعادل المائي لها، وتستخدم هذه الطريقة أحيانا كوسيلة مساعدة للقياس بواسطة "ميزان الثلج" وهي مفيدة بصفة خاصة لقياس غطاءات الثلج السميكة، ولهذا فإنها تستخدم على نطاق واسع في المناطق التي تكثر فيها تساقط الثلج.

خامسا: الرطوبة الجوية Atmospheric Humidity

1- تعريفها

رطوبة الهواء أو الرطوبة الجوية هي كمية بخار الماء الموجودة في الهواء، وخاصة في طبقة التروبوسفير والتي تسمى أيضا طبقة الجو السفلي.

2- طرق قياس الرطوبة الجوية:

يمكن قياس الرطوبة الجوية بعدة طرق أهمها:

1- الطريقة الحرارية الديناميكية
2- طرق تعتمد على تغير أبعاد المادة المسترطبة مثل الشعر

3- شرح الطرق الشائعة والمستخدمة في القياس كما يلي:

3-1- الطريقة الحرارية الديناميكية (Psychrometer)

يستعمل جهاز السايكرومتر والذي يتكون من ميزاني حرارة متشابهين يكونا جنبا إلى جنب أحدهما يسمي الميزان الجاف والآخر الرطب ويكون مغطى بنسيج قطني رقيق أو حرير صناعي ويبقي رطبا بماء نقي.

كلما كان الهواء أكثر جفافا كلما كان التبخر عن الغطاء الرطب أكثر سرعة وكان الفرق في درجة الحرارة بين الميزانين الجاف والمبلل أكثر.

هنالك طريقتين مستخدمتين لقياس وحساب الرطوبة من السايكرومتر وهما :

3-1-1- طريق التهوية الطبيعية أو الحرة (التبليل الدائم):

تتدلى فتيلة الميزان المبلل في الماء وتبقى البصلة رطبة بفعل الشعرية على طول الفتيلة ثم تقاس درجة الحرارة للميزانين وحساب الرطوبة باستخدام معادلة خاصة أو باستخدام جدول الرطوبة.

3-1-2- طريقة التهوية القصرية أو الإجبارية:

يتم استخدام مروحة بسرعة ثابتة تتراوح ما بين 2.5-10م/ثا ويتم إتباع الخطوات التالية لقراءة الموازين وحساب الرطوبة: -

1- تبليل الميزان الرطب.
2- تشغيل المروحة.
3- الانتظار لمدة دقيقتين أو ثلاثة أو حتى تصبح قراءة درجة حرارة الميزان الرطب ثابتة.
4- قراءة الميزان الجاف.
5- قراءة الميزان الرطب.
6- حساب الرطوبة النسبية من مسطرة الرطوبة أو جدول الرطوبة.

يفضل استخدام هذه الطريقة في المحطات الرئيسة وذلك لدقتها أكثر من طريقة التهوية الحرة. والجدول التالي يبين حساب الرطوبة من الفرق بين الميزان الجاف والرطب.

4- مصادر الخطأ في الطريقة الحرارية الديناميكية (السايكرومتر)

1- الخطأ المصنعي لموازين الحرارة (دقة الموازين).
2- الأخطاء الناتجة من التهوية.
3- الأخطاء الناتجة من عدم نظافة الماء والنسيج القطني.

3-2- الطريقة المعتمدة على تغير أبعاد المادة المسترطبة (مثل الشعر) (Hygrometer)

في هذه الطريقة يستعمل جهاز الهيجرومتر الذي يعتمد على تغير طول الشعر بدلالة الرطوبة بحيث يغير عدد من المواد العضوية أبعادها تبعا لتغير محتواها الرطوبي. استخدم شعر الإنسان بعد إزالة الشحم يشكل تام لقياس الرطوبة النسبية منذ القرن السابع عشر.

يزداد طول الشعر ما بين 2-2.5% في المعدل لتغير صفر – 100% رطوبة نسبية ويكون طول الشعر عادة مابين 15 – 20 سم. مع العلم أن الشعر حساس جدا للتلوث ومن تراكم الشحوم نتيجة اللمس ولذلك يجب تنظيف الشعر بمواد خاصة مثل الكحول وبشكل دوري.

من الأجهزة المستخدمة مسجل نسبة الرطوبة (Hygrograph).

هو جهاز يتم بواسطته تسجيل نسبة الرطوبة بدلالة ويتكون من:

مجس: وهو هنا الشعر ويكون على شكل حزمة لإعطاء قوة لتحريك الميكانيكية للجهاز.

مجموعة الروافع: هي المجموع المسؤولة عن نقل التغير في طول الشعر إلى الخارطة.

الساعة: تكون إما يومية أي تدور دورة كاملة خلال 24 ساعة أو أسبوعية وتدور دورة خلال 72 ساعة وتوضع خارطة على الساعة ليتم تسجيل القراءات عليها.

5- مصادر الخطأ:

1- تغير الصفر: ينتج هذا عن شد الشعر أكثر مما يجب بسبب التعامل الخشن وتكون حساسية ودقة الجهاز قد تأثرت كذلك.

2- رواسب الشحم، القذارة والغبار: يجعل خواص الشعر الإسترطابية (امتصاص الرطوبة) أسوأ بسبب التلوث أو التعامل الخاطئ مما يعود إلى تلف تدريجي أو تدهور في الحساسية والدقة.

سادسا: الإشعاع الشمسي

إن المطلوب في الدراسة المناخية عادة هو قياس مدة الإشعاع الشمسي على أساس عدد ساعات سطوع الشمس في، هذا إلى جانب قياس قوة الإشعاع الشمسي ، ولذلك تستخدم في هذا القياس عدة أجهزة أهمها :

1- أجهزة القياس

هناك العديد من الأجهزة المستعملة في قياس عنصر الإشعاع الشمسي مثل الأكتينومتر- جهاز كامبل ستوكس (الهيليوغراف) - الراديومتر:

جهاز كامبل ستوكس : Campbell stokes

ويسمى الجهاز بمسجل مدة سطوع الشمس لقياس الفترة الزمنية التي تسطع فيها الشمس ويتركب الجهاز من الأجزاء التالية .

-كرة من الزجاج النقي الشفاف قطرها حوالي 10 سم.

- حامل نصف دائري تثبت عليه الكرة الزجاجية بواسطة قطعتين من النحاس مستديرتين على امتداد محور الكرة، ويلاحظ أن هذا الحامل يشترك في المركز مع الكرة كما أنه يحمل تدريجا خاصا بدرجات خطوط العرض.

- مقطع من إناء معدني كروي حفرت فيه ثلاثة أزواج من المجاري يدخل في إحداهما خرائط التسجيل المناسبة لفصل الشتاء وُيدخل في الآخر خرائط الاعتداليين وفى الثالث خرائط الصيف، وقد صمم هذا المقطع بحيث تقع بؤرة الكرة الزجاجية التي تعمل كعدسة مجمعة على خرائط التسجيل دائما.

- حامل على شكل متوازي مستطيلات تقريباً به مجرى أفقي محفور في منتصفه سهم، وترتكز المجموعة السابقة على هذا الحامل بواسطة مسمارين وبحيث يقابل السهم قيمة خط عرض المكان المعرض فيه الجهاز على تدرج الحامل النصف دائري.

- قاعدة متحركة مثبت فيها الحامل بها ثلاث فتحات طويلة ترتكز بواسطة مسامير محورية على قاعدة ثابتة وهذه القاعدة الأخيرة متصلة بالحامل الرأسي المثبت في الأرض.

عمل الجهاز :

تعمل الكرة الزجاجية كعدسة لامة تجمع أشعة الشمس في بؤرتها , ولما كانت الشمس تتحرك حركة ظاهرية من الشرق إلى الغرب فإن البؤرة تتحرك من الغرب إلى الشرق على الخريطة الخاصة بالتسجيل حيث تترك على هذه الخريطة خطاً محترقاً يتوقف طوله أو اتصاله على مدة سطوع الشمس طول اليوم . ونظراً لأن خط سير البؤرة يتغير بتغير درجة ميل أشعة الشمس في الفصول المختلفة فقد صممت الخرائط التي تستخدم في هذا الجهاز بثلاثة أشكال ، يستخدم أحدها في فصل الصيف والثاني في فصل الشتاء والثالث في الاعتداليين الربيع والخريف.

سابعا : التبخر

1- تعريفه:

التبخر، كما ذكرنا آنفًا، وهو تحول الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية وانطلاقه، وهو في هذه الحالة إلى الجو، وهو عبارة عن عملية فيزيائية، كما أن التكثيف وهو عكس التبخر، عبارة عن عملية فيزيائية أخرى يتم بمقتضاها تحول البخار من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة. ويحدث هاتان العمليتان نتيجة لظاهرة طبيعية معروفة، وهي أن أي جسم مائي مهما كان حجمه، سواء أكان نقطة مائية دقيقة عالقة بالجو أو بأحد الأجسام، أو غشاءً رقيقا حول حبة صغيرة من الرمل أو محيطا عظيم الضخامة، يتكون من جزيئات دائمة الحركة .وفي أثناء تحركها ينطلق بعضها من الجسم المائي إلى الهواء المجاور، ويعود بعضها الآخر من الهواء إلى الجسم المائي، فإذا كانت الجزيئات المنطلقة من الجسم المائي أكثر من الجزيئات العائدة إليه من الهواء يكون معنى هذا أن هناك تبخرًا، أما إذا كانت الجزيئات العائدة من الهواء أكثر من الجزيئات الواصلة إليه فمعنى هذا أن هناك تكثفًا، وتتوقف سرعة التبخر أو التكثف على مقدار الفرق بين العمليتين.

2- أهميته:

يعتبر التبخر حلقة أساسية في الدورة المائية العامة، ولولاه لما تحولت مياه البحار والمحيطات إلى مياه عذبة يعيش عليها كل ما هو حي على الأرض، بل إن الثلوج التي تكسو مساحات واسعة من العالم ما كان لها أن تتكون لو لم يكن هناك تبخر من مياه البحار والمحيطات، فلولا التبخر لما تكونت السحب ولما سقطت الأمطار ولما تكون الندى أو الضباب أو أي مظهر آخر من مظاهر التكثف في الطبيعة. ولكن بجانب هذه الأهمية الكبرى فإن التبخر له من ناحية أخرى بعض السلبيات، ولو في حالات خاصة؛ إذ إنه يتسبب في ضياع كميات كبيرة من مياه الأنهار والبحيرات، ومياه التربة والنباتات لدرجة تؤدي إلى عجز الميزانية المائية لكثير من المناطق، أو إلى رفع نسبة الرطوبة في الهواء في بعض الأيام الحارة بصورة تجعل الجو ثقيلًا مرهقًا حتى إنه قد لا يكون صالحًا للعمل وبذل الجهد في بعض الأحيان.

ويحدث معظم التبخر. الذي له دخل كبير في المناخ، من سطح البحار، والمحيطات التي تعتبر المصدر الرئيسي لكل المياه الموجودة في الجو أو على سطح اليابس أو في طبقات القشرة الأرضية. إلا أن التبخر يحدث كذلك بكميات كبيرة من النباتات والأنهار والبحيرات ومن سطح التربة. بل ومن أي سطح آخر يحتوي على أي مقدار من الماء ولو في صورة جليد.

3- العوامل التي تحكم في التبخر:

3-1- العوامل المناخية: الإشعاع الشمسي، درجة الحرارة، الرطوبة النسبية للهواء، الرياح والضغط الجوي.

3-2 العوامل المتعلقة بحالة المياه: الملوحة، العمق والمساحة.

3-3- العوامل المتعلقة بحالة التربة: مثل خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والغطاء النباتي والمياه الجوفية.

4- قياس التبخر أو حسابه:

يمكن قياس التبخر بواسطة أجهزة معينة أو حسابه بواسطة جملة من المعادلات الرياضية المختلفة التي تعتمد في عناصرها عموما على درجة الحرارة والإشعاع وسرعة الرياح. يقاس التبخر بواسطة أجهزة خاصة عليها عمومًا اسم مقاييس التبخر نذكر منها نوعان رئيسيان هما:

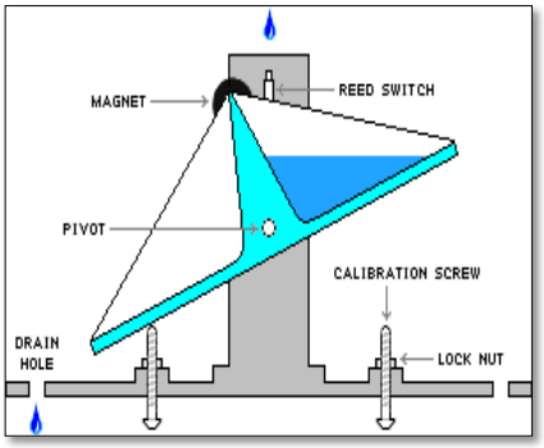
4-1- حوض التبخر Evaporation Pan

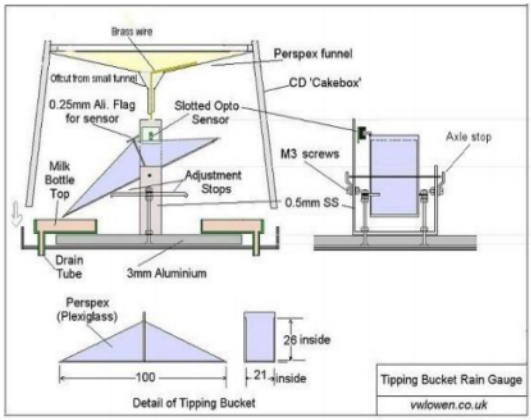
نوع يقاس بواسطته التبخر من سطح مائي مكشوف ويستخدم فيه حوض معدني اتساعه حوالي ستة أقدام مربعة وعمقه حوالي قدم ونصف. وعند استخدامه يملأ الحوض بالماء ويعرض للجو، ثم يقاس الانخفاض الذي يطرأ على سطح الماء به من حين إلى آخر.

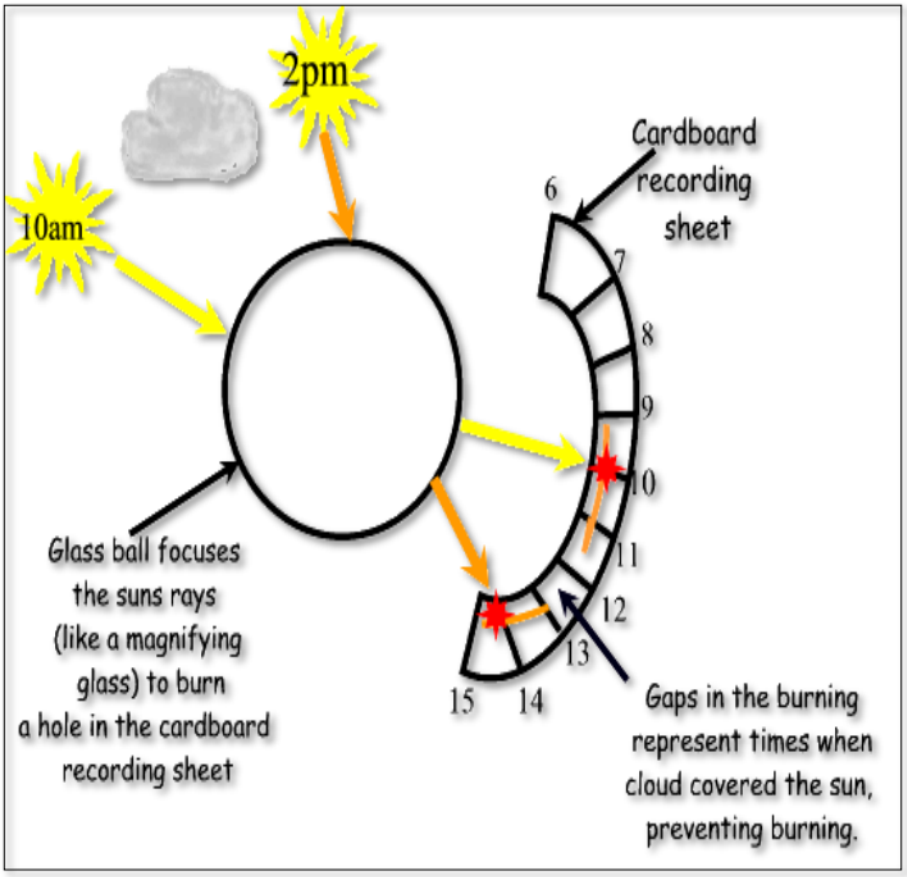
4-2- جهاز بيشي Piche Evaporimeter

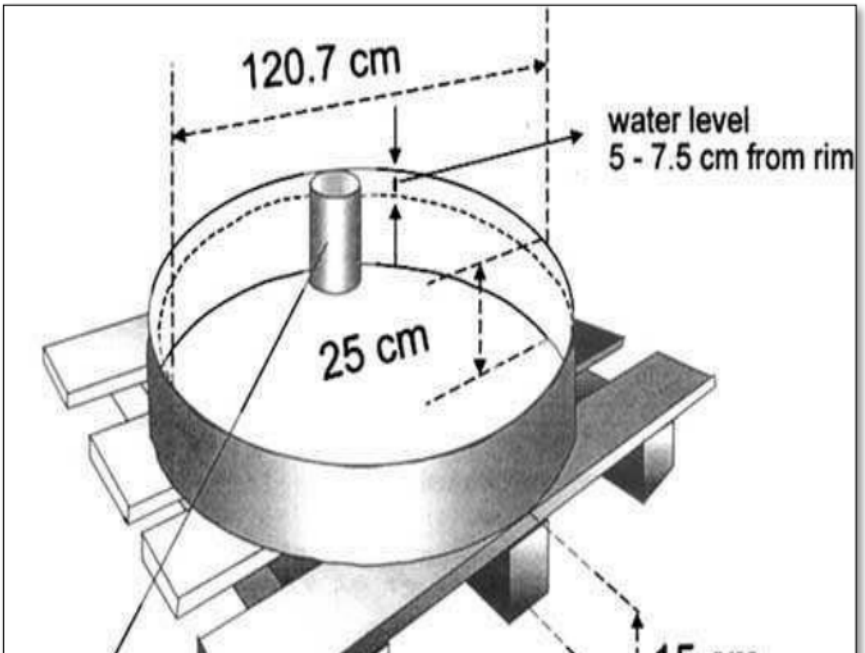
هو جهاز يستخدم لمعرفة كمية المياه المفقودة بالتبخر من سطح مبلل بالماء، ويتألف هذا الجهاز من أنبوبة زجاجية مدرجة طولها 22.5 سم مملؤة بالماء، طرفها العلوي مغلق، وطرفها السفلي مفتوح ومنكس فوق ورقة نشاف. وتدل سرعة انخفاض الماء في الأنبوبة على نشاط عملية التبخر وكمية المياه المتبخرة.

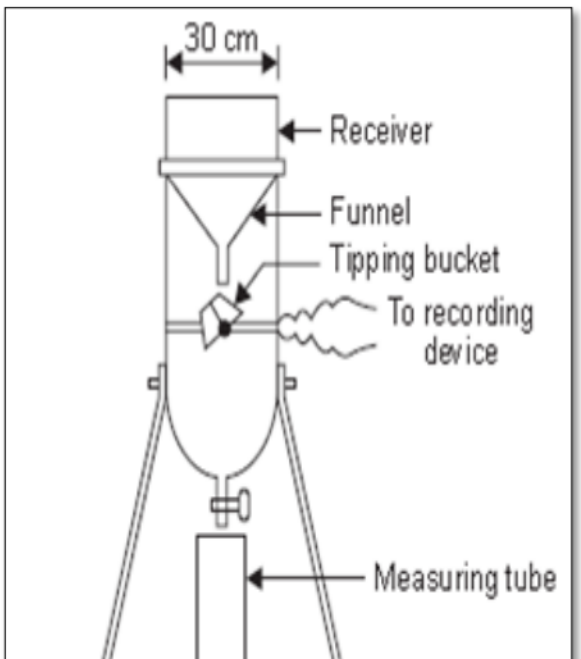
الوثائق المرفقة











Température du thermomètre sec (°C)	Différence de température entre le thermomètre sec et le thermomètre humide (°C)																			
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
10	94	88	82	77	71	66	60	55	50	44	39	34	29	24	20	15	10	6	-	-
11	94	89	83	78	72	67	61	56	51	46	41	36	32	27	22	18	13	9	5	-
12	95	89	84	78	73	68	63	58	53	48	43	39	34	29	25	21	16	12	8	-
13	95	89	84	79	74	69	64	59	54	50	45	41	36	32	28	23	19	15	11	7
14	95	90	85	79	75	70	65	60	56	51	47	42	38	34	30	26	22	18	14	10
15	95	90	85	80	75	71	66	61	57	53	48	44	40	36	32	27	24	20	16	13
16	95	90	85	81	76	71	67	63	58	54	50	46	42	38	34	30	26	23	19	15
17	95	90	86	81	76	72	68	64	60	55	51	47	43	40	36	32	28	25	21	18
18	95	91	86	82	77	73	69	65	61	57	53	49	45	41	38	34	30	27	23	20
19	95	91	87	82	78	74	70	65	62	58	54	50	46	43	39	36	32	29	26	22
20	96	91	87	83	78	74	70	66	63	59	55	51	48	44	41	37	34	31	28	24
21	96	91	87	83	79	75	71	67	64	60	56	53	49	46	42	39	36	32	29	26
22	96	92	87	83	80	76	72	68	64	61	57	54	50	47	44	40	37	34	31	28
23	96	92	88	84	80	76	72	69	65	62	58	55	52	48	45	42	39	36	33	30
24	96	92	88	84	80	77	73	69	66	62	59	56	53	49	46	43	40	37	34	31
25	96	92	88	84	81	77	74	70	67	63	60	57	54	50	47	44	41	39	36	33
26	96	92	88	85	81	78	74	71	67	64	61	58	54	51	49	46	43	40	37	34
27	96	92	89	85	82	78	75	71	68	65	62	58	56	52	50	47	44	41	38	36
28	96	93	89	85	82	78	75	72	69	65	62	59	56	53	51	48	45	42	40	37
29	96	93	89	86	82	79	76	72	69	66	63	60	57	54	52	49	46	43	41	38
30	96	93	89	86	83	79	76	73	70	67	64	61	58	55	52	50	47	44	42	39
	Humidité relative de l'air (%)