يتباين ضمن الموقع الواحد بسبب تباين الخصائص النباتية. إذ تزداد معدلات النتح من النباتات بزيادة مساحة الأوراق وأعداد المسامات وأحجامها، كما أن لشبكة الجذور النباتية علاقة بمعدل النتح إذ يزداد النتح من النباتات ذات الجذور الكثيفة والعميقة وذلك لقابليتها العالية على امتصاص كميات كبيرة من المياه.

قياس التبخر السطحي: *Measurement of Evaporation*

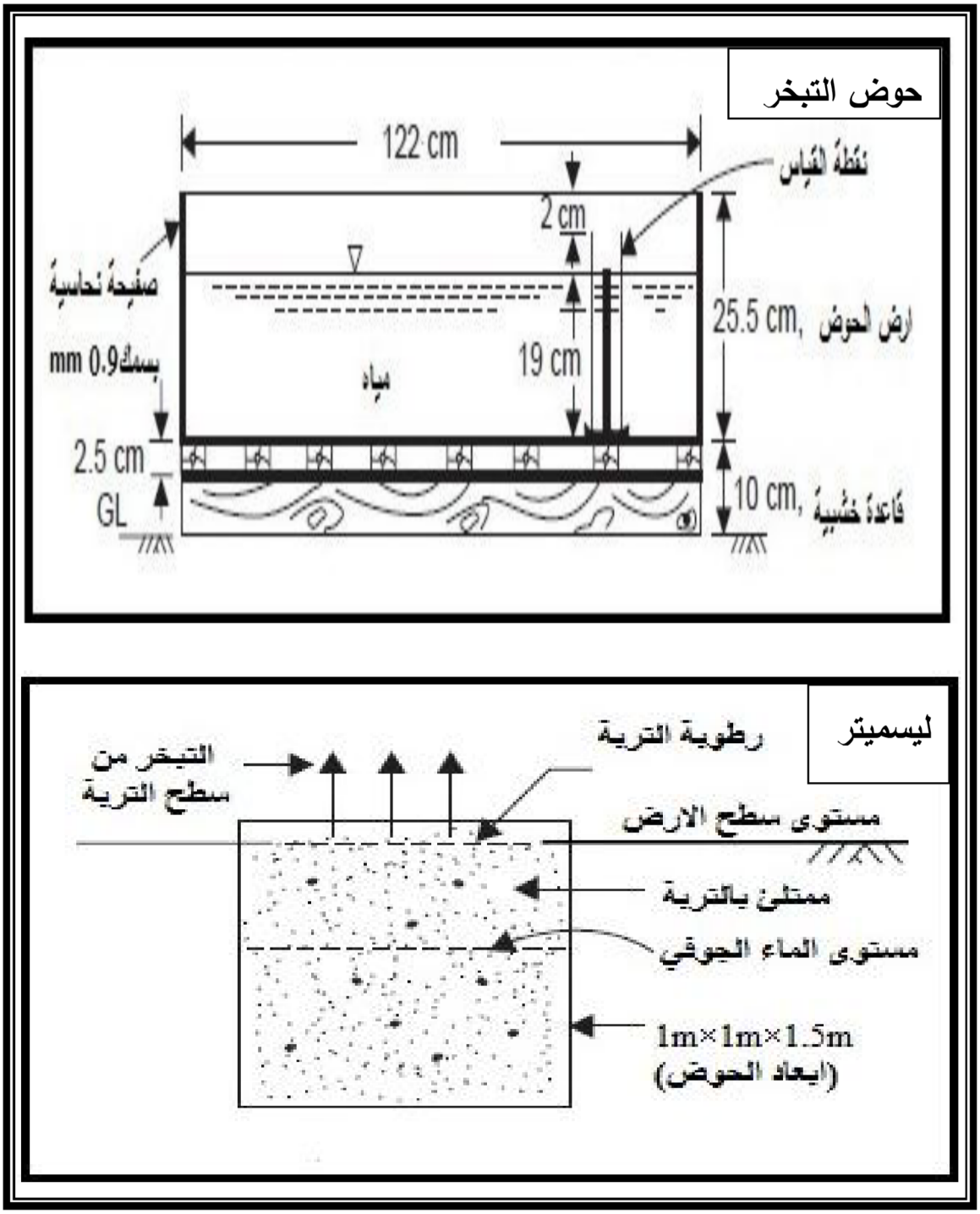
إن القياس أو التقدير الدقيق لحجم التبخر السطحي يعد من العمليات الصعبة جداً ويرجع السبب في ذلك إلى تشعب عمليات التبخر من أسطح المياه والترب والنباتات وكذلك لتعدد العوامل المؤثرة وتداخلها في سرعة التبخر. وبصورة عامة يمكن تقدير التبخر السطحي بطرق مباشرة وطرق غير مباشرة، وفيما يأتي توضيح لتلك الطرق:

1- الطرق المباشرة لقياس التبخر:

Direct Methods of Measurement of Evaporation

تتمثل هذه الطرق جميعها بأجهزة خاصة تسمى بمقاييس التبخر (*Evaporimeter*)، ومن أشهر الأجهزة المعتمدة في محطات الأنواء الجوية لقياس حجم التبخر من المسطحات المائية هي أحواض التبخر (*Evaporation Pans*)، أما حجم التبخر من رطوبة التربة فيمكن قياسه بجهاز خاص يسمى ليسميتر (*Lysimeter*) (شكل 7).

شكل 7 ابرز أحواض التبخر في العالم.



2- الطرق غير المباشرة لتقدير التبخر- النتح:

Not Direct Methods of Estimation of Evapotranspirtion

تتمثل هذه الطرق بالمعادلات التجريبية (*Equation*) أو الصيغ الرياضية (*Formulae*) والتي تتخذ من البيانات المناخية أساساً لتخمين أو تقدير حجم التبخر أو النتح.

إن الصيغة التي وضعها العالم جون دالتون (*John Dalton*) في عام 1802 والتي تعرف بقانون دالتون للتبخر (*Dalton's Law of Evaporation*) تعد القاعدة الأساس لصياغة العديد من المعادلات التي عالجت موضوع التبخر. وهناك العديد من المعادلات المعتمدة في تقدير حجم التبخر- النتح غير أن أهم معادلات التبخر وأشهرها اثنتان هما:

أ- معادلة ماير (*Meyer's Equation*) في عام 1915 لتقدير حجم التبخر من المسطحات المائية، وتتمثل معادلة ماير بالصيغة الآتية[11]:

$$E = C\,(1+ V/16)\,(e_s - e_a)$$

إذ أن:

E = حجم التبخر (ملم/يوم).

C = معامل يتباين بين 0.36 في المسطحات المائية الكبيرة والعميقة، وبين 0.50 في المسطحات المائية الصغيرة والضحلة.

V = معدل سرعة الرياح (كم/ساعة).

e_s = الضغط البخاري المشبع لسطح المياه (ملم/زئبق).

e_a = الضغط البخاري الحقيقي للهواء (ملم/زئبق).

مثال:

احسب التبخر اليومي من بحيرة كبيرة الحجم؟ إذا علمت أن معدل سرعة الرياح بلغ 20 كم/ساعة، والضغط البخاري لسطح المياه بلغ 12 ملم/زئبق، في حين بلغ الضغط البخاري للهواء 6 ملم/زئبق.

الحل:

$$E = C\,(1+ V/16)\,(e_s - e_a)$$

$$E = 0.36\,(1+ 20/16)\,(12\text{-}6) = 0.36(2.25)(6)$$

$$E = 0.36 \times 13.5 = 4.86\ mm/day$$

ب- معادلة ثورنثويت (*Thornthwaite's Equation*) في عام 1964 لتقدير حجم التبخر- النتح ، وتتمثل معادلة ثورنثويت بالصيغة الآتية[12]:

$$\boldsymbol{PE_X = 16\left(\frac{10\,t}{J}\right)^a}$$

$$\boldsymbol{J = \sum j}$$

$$\boldsymbol{j = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514}}$$

$$\boldsymbol{a = (6.75^{-6})J^3 - (7.1^{-5})J^2 + (0.179)J + 0.492}$$

إذ أن:

PE_X = حجم التبخر/ النتح المحتمل (ملم/شهر)(مدة الشهر 30 يوماً ومدة الإشعاع الشمسي 12 ساعة).

t = المعدل الشهري لدرجة حرارة الهواء (درجة مئوية).

J = دليل الحرارة السنوي ويتكون من مجموع 12شهراً .

إن معادلة ثورنثويت على وفق تلك الصيغة يمكنها تخمين حجم التبخر/النتح المحتمل لكل شهر مع افتراض معدل عدد أيام الشهر 30 يوماً، ومعدل عدد ساعات الإشعاع الشمسي 12 ساعة. ولغرض احتساب حجم التبخر/ النتح الحقيقي يمكن اعتماد المعادلة الآتية:

$$PE = PE_X \frac{DT}{365}$$

إذ أن:

PE = حجم التبخر/النتح الحقيقي (ملم/شهر).

D = عدد أيام الشهر.

T = معدل عدد ساعات الإشعاع الشمسي في اليوم (ساعة/يوم).

لقد قام العالم سيرى (*Serra*) باختبار معادلة ثورنثويت واقترح حسابات مبسطة لاستخراج قيم (j) و(a) من خلال المعادلتين الآتيتين:

$$J = 0.09\ t^{3/2}$$
$$a = 0.016\ J + 0.5$$

<u>مثال:</u>

يمثل الجدول الأتي المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الهواء وعدد ساعات الإشعاع الشمسي في مدينة بغداد. خمن حجم التبخر/النتح الحقيقي لشهر كانون الثاني فقط، بطريقة ثورنثويت؟ إذا علمت أن المعدل اليومي لعدد ساعات الإشعاع الشمسي تقترب من 9 ساعات.

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الحرارة	10	12	17	22	28	33	35	34	30	24	16	11

الحل:

$$PE_X = 16\left(\frac{10\ t}{J}\right)^a$$

J = ∑ j
J = 0.09 $t^{3/2}$
a = 0.016 J + 0.5
J = 36.74.

J	درجة الحرارة	الشهر
1.35	10	1
1.62	12	2
2.30	17	3
2.97	22	4
3.78	28	5
4.46	33	6
4.73	35	7
4.59	34	8
4.05	30	9
3.24	24	10
2.16	16	11
1.49	11	12
36.74		المجموع

a = 0.016 × 36.74 + 0.5 = 1.09

$PE_X = 16\left(\frac{10\times10}{36.74}\right)^{1.09}$ = 47. 47

PE = $PE_X \frac{DT}{365}$ = 47.47 $\frac{31\times9}{365}$ = 47.47 × 0.76

= 36.08 mm/ month.