المادة: الري والبزل **أ.د. سعد عناد حرفوش** **المرحلة: الثانية**

المحاضرة السادسة **القسم: المحاصيل الحقلية**

الاحتياجات المائية Water requirements الجزء الاول

قياس الاستهلاك المائي Measurement of consumptive use

تقسم طرق قياس الاستهلاك المائي الى:

1- **الطرق المباشرة** Direct Methods : وهي الطرق التي تتضمن قياس مقدار الفقد للمياه من نظام النبات في زمن محدد وبصورة مباشرة.

2- **الطرق غير المباشرة او التقليدية** Indirect or estimation methods

وهي الطرق التي تتضمن قياسات عوامل المناخ التي لها علاقة او تسبب التبخر والنتح (ET)، ومن هذه العوامل الاشعاع الشمسي، الحرارة، طول النهار، الرطوبة، وسرعة الرياح وعوامل اخرى.

الطرق المباشرة ومنها:

1- **اللايسيمترات (المساريب)** Tanks or Lysimeters :

وهي عبارة عن اجهزة لتقدير التبخر والنتح للمحاصيل المختلفة وفيها تعزل كتلة من التربة التي تمثل تربة الحقل وتوضع في وعاء يسمى لايسيميتر، ويزرع هذا الاخير بمحصول معين بقصد تقدير الاستهلاك المائي له عن طريق دراسة التغير في رطوبة التربة واحتساب كميات المياه المضافة وكميات المياه المبزولة، ويعتمد تقارب قيم الاستهلاك المائي المقدرة بهذه الطريقة مع الاستهلاك المائي الفعلي على تقارب ظروف اللايسيميترات مع الظروف الطبيعية للحقل.

تتوقف الدقة في تصميم اللايسيميترات على طبيعة الغرض من النتائج المراد الحصول عليها وهالك مواصفات قياسية لهذه الاجهزة، ومن الشروط الواجب توفرها في اللايسيميترات هي:

1- توفر العمق الملائم لنمو الجذور وتغلغلها.

2- توفر الرطوبة والتهوية المناسبتين.

3- ان تتلائم مساحة اللايسيميترات مع طبيعة النمو الخضري للمحصول المزروع.

4- ان تكون جدران اللايسيميترات رقيقة ومصنوعة من مادة لاتتاثر كثيراً بالحرارة.

5- يجب توفر امكانية بزل المياه الزائد.

6- ضرورة تماثل التربة الموجود في اللايسيميترات مع التربة المحيطة به من حيث نظام ترتيب طبقاتها وتعاقبها.

7- يراعى ان يكون ارتفاع اللايسيميترات مساوياً لارتفاع الحقل المجاور وان لاتكون هنالك موانع او عوائق كالابنية او مصدات الرياح.

8- يجب ان تخضع معاملات المحصول باللايسيميترات لنفس العمليات الزراعية التي تجري للمحصول المزروع في الحقل من حيث التسميد والري خاصة.

بينما يمكن تلخيص الاهداف الاساسية للايسيميترات بما يلي:

1- دراسة الاستهلاك المائي للمحاصيل المختلفة.

2- قياس معدلات غيض الماء في الترب المختلفة وتوزيع الرطوبة في مقدات تلك الترب.

3- تحديد معدلات الري وكميات المياه التي يجب اضافتها بدلالة العمق.

4- تحديد الفقد من المغذيات والاملاح من التربة جراء الري وسقوط المطر او عند اجراء عمليات الغسل في حالة استصلاح الاراضي المتاثرة بالملوحة.

اهم انواع اللايسيميترات:

أ- اللايسيميترات الغير وزنية Non weighing Lysimeters :

ان هذا النوع من اللايسيميترات تعتمد على ايجاد الفرق بين كمية الماء المضافة بالري او الامطار (D_i) ومايجمع من مياه البزل (D_d) والتغير في المحتوى الرطوبي للتربة (D_s) أي ان الاستهلاك المائي الفعلي (Cu) يساوي

$$CU = D_i - (D_d + D_s)$$

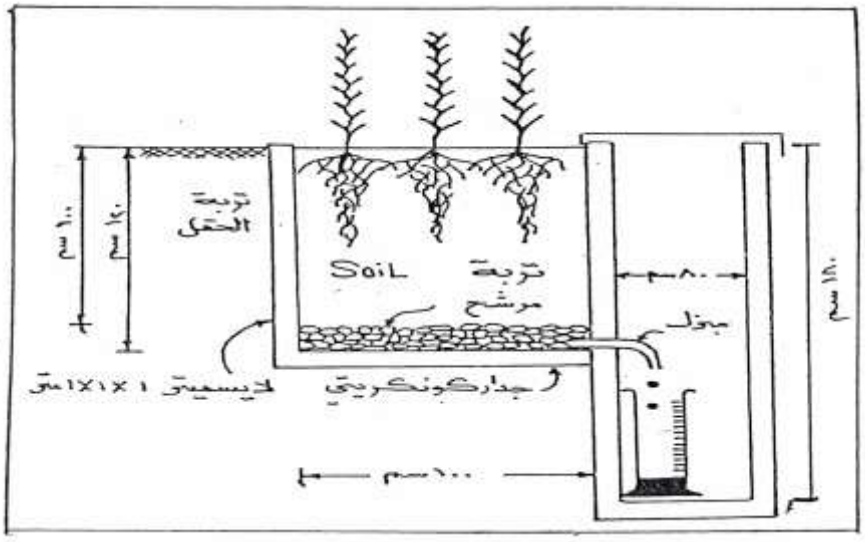
ب ـ اللايسيميترات الوزنية weighing Lysimeters :

وتعتبر اكثر دقة من سابقتها وهي عبارة عن اوعية كبيرة مركبة على موازين ضخمة ذات حساسية عالية، ولتقدير الاستهلاك المائي بهذا النوع من اللايسيميترات يحتسب الوزن الكلي

للايسيميتر (وزن الوعاء+ وزن التربة الجافة + وزن الماء) ثم يحتسب الفقدان بالتبخر والنتح، ويجمع مقدار الفقد بالوزن للفترات المقاسة وبذلك نحصل على الاستهلاك المائي الفعلي للنبات خلال الموسم الزراعي.

جـ ـ اللايسيميتر الطواف Floating Lysimeter :

هذا النوع من اللايسيميترات يوضع عادة في سائل وعند حصول فقد بالتبخر ستتغير كمية الماء بفعل التغير في الوزن، ان التغير في كمية السائل تسجل على مقياس مدرج وتعزى الى التبخر والنتح. والشكل التالي مخطط لاحد اللايسيميترات الحقلية



2- **دراسات رطوبة التربة** Soil moisture studies :

3- **طريقة الالواح التجريبية (التجارب الحقلية)** Field experimental plots :

4- **طريقة التكامل** Integration method :

5- **طريقة التوازن المائي** Water balance method (inflow – outflow) :

تستعمل هذه الطريقة ايضاً للمساحات الكبيرة كوديان الانهار ويحتسب الاستهلاك المائي(CU) لمساحة معينة حسب المعادلة التالية:

$$Cu = (I + P) + (G_S - G_e) - R$$

حيث ان:

Cu : الاستهلاك المائي لمساحة معينة. I : كمية الماء الداخلة لتلك المساحة في السنة.

P : كمية السقيط في السنة. G_S : كمية المياه المخزونة في التربة عند بداية السنة.

G_e : كمية المياه المخزونة في التربة عند نهاية السنة. R : كمية المياه الخارجة في السنة.

الطرق غير المباشرة او التقليدية:

1- تقدير التبخر- نتح من بيانات التبخر (احواض التبخر)

يلاحظ ان هنالك علاقة بين معدل الاستهلاك المائي للمحاصيل ومعدل التبخر من احواض التبخر ويمكن حساب التبخر بهذه الطريقة متأثراً بمقدار الاشعاع والرياح ودرجة الحرارة من سطح مائي متمثل بحوض التبخر، ويعتبر حوض التبخر صنف A المستعمل من قبل مكتب الانواء الجوية في الولايات المتحدة الامريكية هو الاكثر شيوعاً ويتكون من وعاء من الحديد المغلون مستدير الشكل قطره 120 سم وعمقه 25 سم يوضع على مشبك للسماح للهواء بالحركة ويملأ الى عمق 20 سم ويقاس مستوى الماء فيه بواسطة مقياس موضوع في بئر تهدئة (بئر المراقبة) مرتبط به ويحسب التبخر من فرق المناسيب بعد اخذ كمية الامطار الساقطة بنظر الاعتبار، ان القراءة الناتجة لتبخر الماء من الحوض لاتمثل القيمة الحقيقية لمقدار قدرة التبخر والنتح وعليه يجب وضع معاملات تحويل مقدار التبخر المقاس من الحوض وعلاقته مع التبخر الحاصل من النبات.

$$ETP = K_P \times E_{Pan}$$
$$Cu = ETP \times K_c$$

حيث ان:

E_{pan} : التبخر من الحوض، ملم يوم$^{-1}$

K_p : معامل خاص بحوض التبخر ويختلف تبعاً لنوع الحوض والغطاء النباتي المحيط بالحوض وطبيعة سطح التربة.

K_c : معامل النبات (المحصول) الذي تعتمد قيمته على طبيعة النمو الخضري وخصائصه ومرحلة النمو وبيئة النبات والموقع. Cu : الاستهلاك المائي.

ان من محاسن استعمال احواض التبخر هو سهولة استعمالها وصيانتها ورخص ثمنها.

2- تقدير التبخر - نتح من البيانات المناخية

أ- معادلة بليني ــ كريدل Blany – Criddle formula :

لقد اشتقت هذه المعادلة في ظروف المناطق الجافة للولايات المتحدة الأمريكية مما شجع على انتشارها في انحاء كثيرة من العالم خاصة الجافة وشبه الجافة منها، وتكتب معادلة بليني – كريدل بالوحدات المترية كما في الصيغة التالية:

$$ETP = P(0.46T_c + 8.13)$$

حيث ان:

ETP : قدرة التبخر والنتح، ملم.

T_c : معدل درجة الحرارة الشهري، درجة مئوية.

P : النسبة المئوية لعد ساعات النهار في الشهر نسبةً الى عددها في السنة.

وتعطي نتائج جيدة بحدود معدل درجات حرارة 15 ْم ، ولكن عند انخفاض درجات الحرارة عن هذا الرقم فان معادلة بليني – كريدل تعطي قيماً منخفضة لقدرة التبخر والنتح (ETP) ويحصل العكس عند درجات الحرارة العالية، لذلك اقترح مكتب الاستصلاح الامريكي (U.S.B.R) معاملاً للتصحيح(Ќ) لمعالجة هذا الخلل فاصبحت صيغت المعادلة كما يلي:

$$ETP = Ќp(0.46T_c + 8.13)$$
$$ETP = P(0.0311T_c + 0.24)(0.46T_c + 8.13)$$

وتفادياً لاستعمال معامل التصحيح في معادلة بليني– كريدل وتبسيطاً للشكل المتري للمعادلة فقد قام (خروفة، نجيب 1985) بأجراء ترابط بين درجات الحرارة بالمقياس وطول النهار من جهة ومقدار قدرة التبخر والنتح المتوقع، وبافتراض تغاير خطي لطول النهار (P) وتغاير غير خطي لدرجة الحرارة فقد توصل الى المعادلة التالية:

$$ETP = CPT_c^{1.30}$$

C: معامل محلي يحسب لكل موقع من معدلات البيانات المناخية المتوفرة للاشهر حزيران وتموز واب ويساوي 0.34 لموقع وسط العراق (بغداد وما يقاربها).

ويحسب الاستهلاك المائي بدلالة معامل النبات وكالاتي:

$$Cu = k_c \times ETP$$

ب – معادلة جانسن ــ هيس Jensen – Haise formula

جـ ــ معادلة ثورن وايت Thornthwaite formula

د– معادلة بنمان Penmen's formula

الجزء العملي

تمرين1:

احسب الاستهلاك المائي للحنطة من واقع البيانات التالية:

Month	T_C	% P	K_C
January	16.3	9.7	0.7 5
February	17.5	9.8	0.80
March	17.2	9.8	0.80
April	20	9.7	0.80

Solution: $ETP = P(0.46T_C + 8.13)$

$ETP = 9.7(0.46 \times 16.3 + 8.13) \rightarrow ETP = 151.59\ mm/\ month$
$ET = 151.59 \times 0.75 \rightarrow ET = 113.70\ mm/\ month$
$ETP = 9.8(0.46 \times 17.5 + 8.13) \rightarrow ETP = 158.56\ mm/\ month$
$ET = 158.56 \times 0.80 \rightarrow ET = 126.85\ mm/\ month$
$ETP = 9.8(0.46 \times 17.2 + 8.13) \rightarrow ETP = 157.21\ mm/\ month$
$ET = 157.21 \times 0.80 \rightarrow ET = 125.77\ mm/\ month$
$ETP = 9.7(0.46 \times 20 + 8.13) \rightarrow ETP = 168.10\ mm/\ month$
$ET = 168.10 \times 0.80 \rightarrow ET = 134.48\ mm/\ month$
$ET = 113.7 + 126.85 + 125.77 + 134.48$
$ET = 497.80 \cong 500\ mm/season \rightarrow ET = 50cm/\ season$

تمرين2:

احسب الاستهلاك المائي لمحصول الذرة الصفراء من البيانات التالية لظروف العراق:

Month	T_C	% P	K_C
July	33.7	9.88	0.65
August	31.7	9.33	1.10
September	30.0	8.36	0.60

الحل: $ETP = CPT_C^{1.30}$

$ETP = 0.34 \times 9.88 \times 33.7^{1.30} \rightarrow ETP = 325.20\ mm/\ month$
$ET = ETP \times K_C \rightarrow 325.20 \times 0.65 \rightarrow ET = 211.38mm/month$
$ETP = 0.34 \times 9.33 \times 31.7^{1.30} \rightarrow ETP = 283.62\ mm/\ month$
$ET = ETP \times K_C \rightarrow 283.62 \times 1.10 \rightarrow ET = 312.00mm/month$

$$ETP = 0.34 \times 8.36 \times 30.0^{1.30} \rightarrow ETP = 236.56 \text{ mm/ month}$$
$$ET = ETP \times K_C \rightarrow 236.56 \times 0.60 \rightarrow ET = 141.94 \text{mm/month}$$
$$ET_{total} = 211.38 + 312.00 + 141.94 = 641.66 \cong 642 \text{mm/season}$$

تمرين3:

توفرت لدي البيانات التالية لمحصول البطاطا المزروع تحت نظام الري بالتنقيط:

Stage	E_{pan}mm/day	K_P	K_C	K_r	stag interval day
Vegetative	7.0	0.8	0.75	0.50	15
Tuber Iniation	9.0	0.8	1.00	0.51	20
Tuber Bulking	12.0	0.8	1.15	0.53	45
Maturity	6	0.8	0.75	0.50	10

احسب الاستهلاك المائي لمحصول البطاطا وفق المعطيات اعلاه.

الحـل: For vegetative stage

$$ETP = K_P \times E_{pan} \rightarrow ETP = 0.8 \times 7.0 = 5.60 \text{ mm/day}$$
$$ET = K_C \times ETP \rightarrow ET = 5.60 \times 0.75 = 4.20 \text{ mm/day}$$
$$ET_{\text{Crop Localized}} = ET \times K_r = 4.20 \times 0.5 = 2.10 \text{ mm/day}$$
$$= 2.10 \times 15 = 31.5 \text{ mm/15day}$$

For tuber iniation stage :

$$ETP = K_P \times E_{pan} \rightarrow ETP = 0.8 \times 9.0 = 7.2 \text{ mm/day}$$
$$ET = K_C \times ETP \rightarrow ET = 7.2 \times 1.0 = 7.2 \text{ mm/day}$$
$$ET_{\text{Crop Localized}} = ET \times K_r = 7.2 \times 0.51 = 3.67 \text{ mm/day}$$
$$= 3.67 \times 20 = 73.4 \text{ mm/20day}$$

وبنفس الطريقة يتم حساب الاستهلاك المائي لبقية المراحل والحصول على الاستهلاك المائي الكلي:

$$ET_{total} = 31.5 + 73.40 + 263.30 + 18.00$$

$$ET_{total} = 386.20 \cong 390.00 \text{ mm/season} = 39 \text{cm/season}$$

المصادر:

1- الحديثي، عصام خضير الحديثي واحمد مدلول الكبيسي وياس خضير الحديثي.2010. تقانات الري الحديثة ومواضيع أخرى في المسألة المائية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- جامعة الانبار- كلية الزراعة.

2- حاجم، احمد يوسف وحقي إسماعيل ياسين.1992. هندسة نظم الري الحقلي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- جامعة الموصل.

3- الانترنيت.

د. سعد عناد الأدهمي