الري والبزل / الجزء العملي / المحاضرة الخامسة بتاريخ 2021/6/6

حساب الاستهلال المائي للنبات

يعرف الاستهلاك المائي Evapotranspiration بأنه كمية الماء التي يستهلكها نظام النبات وهي تشمل كمية الماء المستهلكة عن طريق النتح Transpiration بواسطة النبات, وكمية الماء المفقودة بالتبخر Evaporation من سطح التربة, وكمية الماء المستخدمة في بناء أنسجة النبات نفسه. وإذا عرفنا إن كمية الماء الموجودة في النبات في نهاية الموسم الزراعي لا تتعدى 1% من مجموع الفقد بالتبخر والنتح معاً على مدار الموسم الزراعي نستطيع القول إن الاستهلاك المائي يساوي ما يسمى بالتبخر – نتح (ET) Evapotranspiration

وقد استخدم الكثير من الباحثين في مجال الري مصطلح المقنن المائي Consumptive use للدلالة على نفس المعنى والذي يعرف بأنه الاستهلاك المائي للنبات Evapotranspiration مضافاً إليه المفقود من المياه نتيجة للتسرب العميق Deep Percolation والتبخر من السطوح المائية .

ويتم حساب الاستهلاك المائي باستخدام العلاقة التالية

$$Cu=ETP\times Kc$$

Cu = الاستهلاك المائي للنبات ويقاس بالملم

ETP = قدرة التبخر – نتح Potential Evapotranspiration مقاسة بوحدة الملم . شهر$^{-1}$ وتعرف بأنها كمية الماء المفقودة بالتبخر – نتح خلال وحدة الزمن بواسطة نباتات قصيرة خضراء تغطي سطح التربة كلياً ولها طول منتظم ولا تعاني من نقص الماء (أي إن رطوبة التربة عند حدود السعة الحقلية ولا يبذل النبات طاقة كبيرة في الحصول عليها)

Kc = معامل المحصول Crop Factor وهو معامل تجريبي يتم حسابه من جداول خاصة اعتماداً على عمق المنطقة الجذرية لكل نبات خلال أشهر السنة, ويعرف بأنه النسبة بين قدرة التبخر – نتح ETP والاستهلاك المائي الفعلي ET .

يلاحظ من المعادلة أعلاه إن قيمة Kc يمكن إيجادها من الجداول وقيمة Cu هي القيمة المطلوب حسابها وعلية فان المجهول الوحيد في المعادلة هي قيمة ETP والتي يمكن حسابها باستخدام الطرق التالية :

أولا : حساب قيمة ETP باستخدام معادلة بلاني – كريدل Blany – Criddle Equation

$$ETP = CP \times Tc^{1.30}$$

ETP = قدرة التبخر – نتح بوحدة الملم . شهر$^{-1}$

Tc = درجة الحرارة المئوية

P = النسبة المئوية لعدد ساعات النهار خلال الشهر نسبة إلى عددها خلال السنة وهي تحسب من جداول خاصة اعتماداً على خطوط العرض.

C = معامل محلي يتم حسابه من معدلات البيانات المناخية للأشهر حزيران وتموز وآب وهو يساوي 0.34 لوسط العراق أي محافظة بغداد وما يجاورها ويتم حسابه وفقاً للمعادلة التالية

$$C = 0.22\ (1 + n/N) \times (0.90 + W/100) \times (1 - 0.5Rh) \times (0.97 + E/10.000)$$

n = مدة سطوع الشمس الفعلية المقاسة للمنطقة

N = مدة سطوع الشمس القصوى المحتملة للمنطقة

W = سرعة الرياح بوحدة الكلم . ساعة$^{-1}$

Rh = الرطوبة النسبية

E = ارتفاع الموقع فوق مستوى سطح البحر بالمتر

تستخدم معادلة بلاني – كريدل بالصيغة أعلاه عندما تكون درجة الحرارة مقاسة بالدرجات المئوية وهي صيغة معدلة من معادلة بلاني – كريدل لتبسيط الصيغة المترية للمعادلة. أما إذا كانت درجة الحرارة مقاسة بالفهرنهايت فيتم استخدام المعادلة بالصيغة التالية

$$ETP = \frac{P \times Tf}{100}$$

ETP = قدرة التبخر – نتح بوحدة الانج . شهر$^{-1}$

Tf = درجة الحرارة بوحدة الفهرنهايت

P = تمت الإشارة أليه في الصيغة المترية لمعادلة بلاني – كريدل

ولغرض توضيح كيفية استخدام معادلة بلاني – كريدل بصيغتها المئوية والفهرنهايتية نورد المثال التالي

احسب الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة في محافظة المثنى اعتماداً على البيانات التالية إذا علمت إن قيمة C تساوي 0.34

الشهر	درجة الحرارة المئوية Tc	P%	Kc
كانون الثاني	**11.5**	**7.2**	**1.2**
شباط	**14.7**	**6.9**	**1.2**
آذار	**19.8**	**8.3**	**1**
نيسان	**23.3**	**8.7**	**0.5**

يلاحظ من السؤال أعلاه إن درجات الحرارة تم قياسها بالدرجات المئوية وعلية تستخدم الصيغة المترية لمعادلة بلاني – كريدل ويتم ترتيب البيانات والإجابة باستخدام المعادلة وفقاً للجدول التالي

الشهر	Tc	$Tc^{1.30}$	P%	CP	$CP \times Tc^{1.30}$ (ETP)	Kc	Kc × ETP (Cu)mm
كانون الثاني	**11.5**	**23.92**	**7.2**	**2.448**	**58.551**	**1.2**	**70.261**
شباط	**14.7**	**32.92**	**6.9**	**2.346**	**77.230**	**1.2**	**92.676**
آذار	**19.8**	**48.49**	**8.3**	**2.822**	**136.838**	**1**	**136.838**
نيسان	**23.3**	**59.91**	**8.7**	**2.958**	**177.213**	**0.5**	**88.606**
المجموع							**388.3815**

من الجدول أعلاه نجد إن قيمة الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة في محافظة المثنى بلغت 388.3815 ملمتر وهي ناتجة من جمع قيم ETP (الاستهلاك المائي) خلال موسم الزراعة للأشهر كانون الثاني وشباط وآذار ونيسان .

ملاحظات هامة حول كيفية إجراء الحسابات وفقاً للجدول أعلاه:

1- تم حساب قيمة $Tc^{1.30}$ لكل شهر من قيمة Tc للشهر فمثلا قيمة $Tc^{1.30}$ لشهر كانون الثاني = $(11.5)^{1.30} = 23.92$ أي قيمة Tc لشهر كانون الثاني مرفوعاً للأس 1.30 وهكذا لبقية الأشهر

2- تم حساب قيمة CP لكل شهر من خلال ضرب P لكل شهر في قيمة C التي تساوي 0.34 فمثلاً قيمة CP لشهر كانون الثاني = 2.448 أي قيمة P لشهر كانون الثاني × 0.34 وهكذا لبقية الأشهر.

3- تم حساب قيمة ETP لكل شهر من خلال ضرب قيمة CP للشهر في قيمة $Tc^{1.30}$ لذلك شهر فمثلاً قيمة ETP لشهر كانون الثاني = 58.551 أي قيمة CP لشهر كانون الثاني × 23.92 (قيمة $Tc^{1.30}$ لشهر كانون الثاني) وهكذا لبقية الأشهر.

4- يتم حساب قيمة Cu لكل شهر من خلال ضرب قيمة Kc للشهر في قيمة ETP لذلك شهر فمثلاً قيمة Cu لشهر كانون الثاني = 70.261 وهي قيمة Kc لشهر كانون الثاني × 58.551 (قيمة ETP لشهر كانون الثاني) وهكذا لبقية الأشهر

5- يتم حساب قيمة الاستهلاك المائي للمحصول خلال موسم الزراعة من خلال جمع قيم Cu في العمود الأخير.

مثال آخر/ باستعمال بيانات المثال السابق احسب الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة في محافظة المثنى بوحدة الانج . شهر$^{-1}$

الجواب / لحساب الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة بوحدة الانج . شهر$^{-1}$ يجب تحويل درجات الحرارة المئوية إلى درجات الحرارة بالفهرنهايت باستخدام العلاقة التالي:

$$Tf = (Tc \times 1.8) + 32$$

$$Tc = (f - 32)/1.8$$

حيث إن Tc , Tf هي درجة الحرارة المئوية والفهرنهايتية على التوالي وبعد التحويل يتم تطبيق معادلة بلاني – كريدل بصيغتها الفهرنهايتية وترتيب البيانات حسب الجدول التالي.

الشهر	Tf	P%	P × Tf	P × Tf/100 (ETP)	Kc	Kc × ETP (Cu)
كانون الثاني	52.70	7.2	379.44	3.7944	1.2	4.55328
شباط	58.46	6.9	403.374	4.03374	1.2	4.840488
آذار	67.64	8.3	561.41	5.6141	1	5.6141
نيسان	73.97	8.7	643.53	6.4353	0.5	3.21765
المجموع						18.2255

من الجـدول أعلاه يتبين إن قيمة الاستـهلاك المائي لمحصـول الحنطة في محافظة المثنى 18.2255 انج وهي ناتجة من جمـع قيم ETP (الاستهلاك المائي) بوحدة الانج . شهر$^{-1}$ خلال موسم الزراعة للأشهر كانون الثاني وشباط وآذار ونيسان .

مثال واجب / احسب الاستهلاك المائي بوحدة الملم . شهر$^{-1}$ ثم بوحدة الانج . شهر$^{-1}$ لمحصول الحنطة من البيانات المبينة في الجدول أدناه على افتراض إن قيمة C = 0.34

الشهر	Tc	P%	Kc
كانون الثاني	16.3	9.7	0.7
شباط	17.5	9.8	0.8
آذار	17.2	9.8	0.8
نيسان	20	9.7	0.8

ثانياً : حساب قيمة ETP باستخدام معادلة جانسن – هيس Jensen – Haise Equation

$$ETP = (0.025Tc + 0.08) Rs/585$$

ETP = قدرة التبخر – نتح بوحدة سم . يوم$^{-1}$

Tc = معدل درجة الحرارة المئوية

Rs = الطاقة الشمسية الساقطة بوحدة السعرة . سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$

تستعمل هذه المعادلة لحساب قدرة التبخر – نتح اليومية والتي بدورها تضرب في معامل المحصول Kc لحساب الاستهلاك المائي اليومي للنبات .

مثال / مستعيناً بالبيانات التالية احسب الاستهلاك المائي لمحصول الرز خلال 20 يوم من شهر حزيران

درجة الحرارة العظمى 43.56 درجة مئوية

درجة الحرارة الصغرى 23.74 درجة مئوية

قيمة Rs = 634.32 سعرة . سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$

قيمة معامل المحصول Kc للرز = 1.3

الجواب /

معدل درجة الحرارة = 33.65 درجة مئوية

$ETP = (0.025Tc + 0.08) Rs/585$

$= (0.025 \times 33.65 + 0.08) \times 634.32 / 585 = 0.998 \text{ cm . day}^{-1}$

$Cu = Kc \times ETP$

$= 1.3 \times 0.998 \text{ cm . day}^{-1} = 1.298 \text{ cm . day}^{-1}$ الاستهلاك المائي لمحصول الرز ليوم واحد

$1.298 \text{ cm . day}^{-1} \times 20 \text{ days} = 25.97$ الاستهلاك المائي لمحصول الرز خلال 20 يوم من شهر حزيران

حساب الاستهلاك المائي باستخدام معادلة ثورن وايت Thornthwait formula

$ETP = 1.6 \times (10Tc/I)^a$

ETP = قدرة التبخر – نتح بوحدة سنتمتر.شهر$^{-1}$ على افتراض إن الشهر 30 يوماً وعدد ساعات النهار 12 ساعة لليوم

Tc = المعدل الشهري لدرجة الحرارة المئوية

I = معامل الحرارة الفصلي وهو يساوي مجموع قيم معاملات الحرارة الشهرية (i) والذي يحسب من المعادلة $i=(Tc/5)^{1.514}$

a = معامل تجريبي يتم حسابه من المعادلة التالية

$a = 0.00000067I^3 - 0.0000771I^2 + 0.01792I + 0.49239$

إن قيمة ETP المحسوبة وفقاً للمعادلة أعلاه هي قيمة غير مصححة لأنها حسبت بافتراض إن اليوم 12 ساعة كما بينا سابقاً, هذا يتطلب تصحيح القيمة بضربها في معامل يتم إيجاده من جداول خاصة تبعاً لخطوط العرض.

سؤال / احسب الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة في محافظة ذي قار اعتماداً على البيانات التالية إذا علمت إن قيمة a = 0.984

الشهر	درجة الحرارة Tc	معامل التصحيح حسب خطوط العرض	معامل المحصول Kc
كانون الثاني	12.50	0.88	1.2
شباط	15.45	0.85	1.2
آذار	20.70	1.03	1
نيسان	26.20	1.09	0.5

يتم ترتيب البيانات وفقاً للجدول التالية

الشهر	معدل الحرارة الشهري Tc	معامل الحرارة الشهري $i =(t/5)^{1.514}$	قيمة ETP الغير معدلة $ETP=1.6(10Tc/I)^a$	معامل التصحيح	قيمة ETP المعدلة	معامل المحصول Kc	الاستهلاك المائي للمحصول Cu=Kc×ETP
كانون الثاني	**12.50**	**4**	**6.44**	**0.88**	**5.66**	**1.2**	**6.792**
شباط	**15.45**	**5.5**	**7.93**	**0.85**	**6.74**	**1.2**	**8.088**
آذار	**20.70**	**8.59**	**10.57**	**1.03**	**10.88**	**1**	**10.88**
نيسان	**26.20**	**12.27**	**13.33**	**1.09**	**14.52**	**0.5**	**7.26**
المجموع		**I=30.36**					**33.02**

من الجدول يتبين إن مجموع الاستهلاك المائي لمحصول الحنطة في محافظة ذي قار بلغ 33.02 سنتمتر خلال الأشهر كانون الثاني وشباط وآذار ونيسان.