

الجمهورية العربية السورية

جامعة حماه

كلية الهندسة الزراعية

السنة الثالثة

مقرر الري وإدارة الموارد المائية

قسم العملي

المحاضرة : الأولى الثانية والثالثة والرابعة

مدرس المقرر

الدكتور زياد الموسى المكسور

الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية

1- الاحتياج المائي الكلي للنباتات :

قلنا أعلاه إن مجموع الرطوبة المحسوبة للتعويض عن الاحتياج المائي في الأراضي المروية المزروعة بالمحاصيل الزراعية هي عبارة عن مجموع الانفصاج التبخري من النباتات والتبخر من سطح التربة .
تؤثر على الطريقة الفيزيائية للتبخر عوامل خارجية فقط وأما على طريقة الانفصاج التبخري فتؤثر عوامل خارجية وداخلية معاً . ولكن من الصعب حساب نسبة الرطوبة الضائعة بالتبخر وكذلك المستخدمة للانفصاج التبخري ، لكن في بداية مرحلة نمو النبات تكون الأوراق قليلة والقسم الكبير من الاستهلاك المائي يضيع بالتبخر .
نعبر عن الاحتياج المائي للنباتات بالمتر المكعب من أجل 1 هكتار (m^3/ha) ويعبر عنها بالعلاقة :

$$E = E_{Tr} + E_{eva}$$

- حيث : E : الاحتياج المائي الكلي .
- E_{Tr} : الانفصاج التبخري الحقيقي .
- E_{eva} : التبخر من سطح التربة .

تتغير شدة التبخر من سطح التربة في المناطق المروية بحسب رطوبة هذه التربة ، حيث تكون أكبر من التبخر من سطح الماء بعد الإرواء (نظراً لزيادة السطح النوعي المعرض للتبخر) ولكنها تقل كلما قلت الرطوبة في الترب . نبين في الجدول التالي (2) نتائج تجارب أجريت في آسيا الوسطى تبين صحة هذه المعلومات :

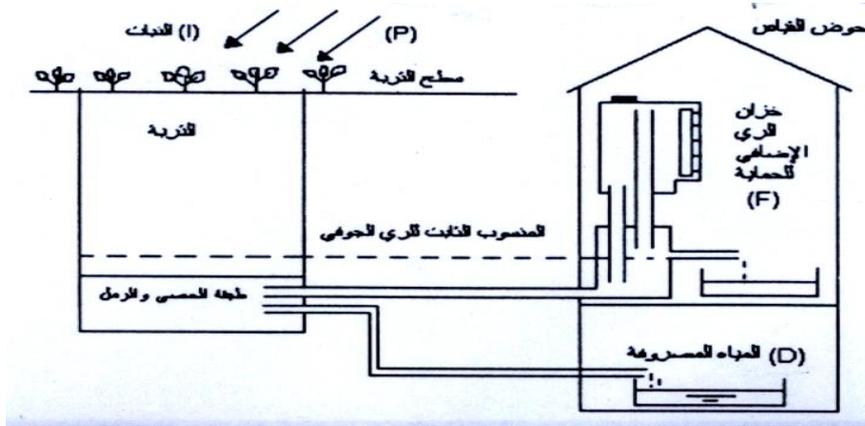
العناصر	عدد الأيام بعد الري						
	1	2	3	4	5	6	7
التبخر من سطح التربة غير المشغولة بالنباتات مم/يوم	12	10	9.5	5.2	2.2	1.0	0.5
التبخر من سطح الماء مم/يوم	9.5	9.2	9.0	8.5	8.0	7.8	8.0
علاقة العنصر الأول إلى الثاني	1.25	1.08	1.05	0.61	0.27	0.13	0.06

الجدول (2) نتائج تجارب أجريت في آسيا الوسطى

-الطرق التجريبية :

1- جهاز الـ (Lysimeter): المراجع (2-36)

وهو عبارة عن وعاء يحتوي بداخله على كتلة ترابية معزولة يكون سطحها مغطى بالعشب . ومبدأ عمله هو القياس الحجمي لكل من الماء الداخل والماء المتسرب إلى ومن الجهاز . ويعتمد على معادلة التوازن المائي لحساب الانفصاج التبخري الكموني في جهاز الـ (Lysimeter) . كما في الشكل (1) .



الشكل (1) : ليزيمتر

يعبر عن التوازن المائي بالمعادلة التالية وواحدتها (مم/يوم) :

$$P + I \pm R = ET + D \pm \Delta W \quad (1)$$

حيث :

P : الهطول المطري بـ (mm/day) .

I : كمية مياه الري بـ (mm/day) .

R : الجريان السطحي إلى الليزيمتر أو الخارج منه بـ (mm/day) .

ET : الانفصاج التبخري الذي يشمل التبخر من التربة والنتج من النبات بـ (mm/day) .

D : ماء الصرف بـ (mm/day) .

ΔW : تغير المحتوى المائي (W) لكتلة التربة المعزولة داخل جهاز الـ (Lysimeter) في فترة معينة من الزمن .

-2- طرق حساب وقياس الـ ETP : وأهمها :

1-2- معادلة توازن الطاقة : [م . 5]

بمساواة كميات الطاقة الداخلة والخارجة فإن :

$$R_I = rR_I + R_B + H + E \quad (1-1)$$

حيث :

R_I : الإشعاع الوارد إلى سطح الأرض $cal/cm^2/min$.

r : معامل الانعكاس (ألبيدو) لسطح الأرض (معامل ، كسر عديم الوحدات) .

R_B : الإشعاع طويل الموجة المرتد $cal/cm^2/min$.

H : الزيادة في الحرارة المحسوسة للجو $cal/cm^2/min$.

E : الطاقة المتاحة للتبخير من السطح $cal/cm^2/min$.

2-2- معادلة دالتون :

إن كمية الماء المتبخر من سطح رطب يتوقف على مدى مقاومة انتقال البخار خلال قطاع الهواء فوق السطح ، ويتوقف كذلك على التدرج في الضغط البخاري وعلى سرعة الرياح في موقع التبخر ، ويمكن التعبير عن ذلك باستخدام معادلة دالتون ، وهي معادلة عامة للبخر ، يمكن أن تصاغ كالتالي : [م. 5]

$$E = f(u) (e_s - e) \quad (1-2)$$

حيث :

E : معدل البخر بـ (mm/day) .

$f(u)$: دالة لسرعة الرياح (u:m/sec) .

e_s : الضغط البخاري المشبع عند سطح التبخر (mbar) .

e : الضغط البخاري في الجو فوق سطح التبخر (mbar) .

2-3- معادلات معتمدة على معادلة توازن الطاقة :

2-3-1- علاقة (Penman) :

الفيزيائي الإنكليزي (Penman) أوجد معادلة لحساب الانفضاج التبخري ، حيث ضمّ (بنمان) معادلتى توازن الطاقة و(دالتون) لاستنتاج المعادلة الآتية : [م. 5]

$$E = [(\Delta/\gamma)\dot{N} + Ea]/[(\Delta/\gamma) + 1] \quad (1-3)$$

حيث :

E : الطاقة المتاحة للتبخير (mm/day) .

\dot{N} : صافي الإشعاع أي $(R_I(1-r) - R_B)$.

Δ : ميل منحنى الضغط البخاري المشبع مع الحرارة .

γ : الثابت البسيكرومترى ($\text{mbar}/\text{c}^\circ$) .

Ea : تساوي $f(u) (e_s - e)$.

e_s : الضغط البخاري للتشبع عند درجة حرارة الهواء (mbar) .

ويمكن حساب عناصر كل جزء من جزئي المعادلة كما يلي : الواحدات للسهولة هي (mm/day) .

(يمكن توضيح أن $1 \text{ cal}/\text{cm}^2/\text{min}$ يساوي تقريباً 1 mm من الماء المتبخر في زمن قدره ساعة) .

$$R_I = R_S (a + bn/N) \quad (1-3-1)$$

حيث :

R_S : الإشعاع الشمسي الوارد معبراً عنه بما يساويه من بخر بـ ($\text{mm}_{\text{water}}/\text{day}$) عند قمة الغلاف الجوي الجدول 4

(حسب خطوط العرض والشهر) .

a و b : ثابتان يتعلقان بخطوط العرض ، الجدول 5 للقيم المتوسطة لـ a و b لخطوط عرض مختلفة .

n : عدد ساعات السطوح الفعلية المقاسة في الموقع باستخدام أحد أجهزة تسجيل السطوح الشمسي .

N : تمثل المدى الأقصى الممكن للسطوح الشمسي بالساعات ، وهي قيمة تختلف باختلاف خطوط العرض

الجدول 3 يعطي قيم الـ N .

وتختلف قيمة r باختلاف نوع المحصول والغطاء النباتي ، وتتوقف إلى حد ما على الأحوال الجوية والموقع.

وتبلغ القيمة النموذجية لها نحو 0.25 للمحاصيل كاملة الغطاء ، ونحو 0.05 لأسطح المياه الحرة .

أما الإشعاع طويل الموجة الصادر R_B (mm/day) فيحسب من العلاقة :

$$R_B = \delta T_a^4 (0.56 - 0.092 (e)^{1/2}) (0.10 + 0.90 n/N_p) \quad (1-3-2)$$

حيث :

δ : ثابت ستيفان - بولتزمان (mm_{water}/day/K°) .

T_a : درجة الحرارة المطلقة في الموقع (K°) . الجدول 6 يعطي قيم δT_a^4 .

وتعطي قيمة Ea ب (mm_{water}/day) من أجل سطح مائي مكشوف بالمعادلة :

$$Ea = 0.35 (0.5 + 5u/800) (e_s - e) \quad (1-3-3)$$

حيث : u سرعة الرياح ب (km/day) مفاصة على ارتفاع 2 m فوق السطح .

وتحوّر المعادلة قليلاً بالنسبة لمحصول قصير لتدخل في الاعتبار خشونة السطح النباتي الأعلى بالمقارنة

بسطح الماء ، وتصبح المعادلة كالآتي :

$$Ea = 0.35 (1 + 5u/800) (e_s - e) \quad (1-3-4)$$

أما قيم Δ/γ و e_s فتعطي بالجدول 7 و 8.

تستخدم هذه الطريقة بشكل واسع في الأقاليم الجافة والرطبة ، وفي ظروف مناخية ساكنة. وهي تعطي استنتاجاً دقيقاً

إلى حد ما لقيم ال ETP أكثر من العلاقات الأخرى .

خط العرض	الأشهر											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
34	315	308	372	391	433	433	446	416	372	351	312	307
35	312	307	371	392	436	435	442	417	372	350	310	304
36	310	306	371	393	438	438	445	415	373	350	308	301
37	308	304	371	395	440	441	447	420	373	349	306	299

الجدول (3) عدد ساعات السطوع الشمسي الشهري النظرية N

خط العرض	الأشهر											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
20	10.8	12.3	13.9	15.2	15.7	15.8	15.7	15.3	14.4	12.9	11.2	10.3
30	8.5	10.5	12.7	14.8	16.0	16.5	16.2	15.3	13.5	11.3	9.1	7.9
40	6.0	8.3	11.0	13.9	15.9	16.7	16.3	14.8	12.2	9.3	6.7	5.5

الجدول (4) قيمة R_s بالمم ماء/يوم

خطوط العرض الشمالية N	القيم الوسطية	
	a	b
54	0.21	0.55
36	0.23	0.53
24	0.28	0.49

الجدول (5) القيمة الوسطية للثوابت a و b

الحرارة	K ⁰	278	283	288	293	298	303	308	313
	C ⁰	5	10	15	20	25	30	35	40
$\sigma.T_a^4$		12.06	12.96	13.89	14.88	15.92	17.0	18.17	19.38

الجدول (6) قيم $\sigma.T_a^4$ بدلالة درجات الحرارة مم ماء/يوم

الحرارة c ⁰	Δ/y	الحرارة c ⁰	Δ/y
0	0.67	30	3.57
5	0.92	35	4.53
10	1.23	40	5.70
15	1.64	45	7.10
20	2.14	50	8.77
25	2.78	-	-

الجدول (7) قيم Δ/y بدلالة الحرارة

الحرارة c ⁰	e _s	الحرارة c ⁰	e _s
0	4.59	30	31.90
5	6.56	35	42.28
10	9.23	40	55.47
15	12.81	45	72.07
20	17.57	50	92.68
25	23.81	-	-

الجدول (8) قيم العامل e_s (mmHg)

2-4- معادلات معتمدة على درجة الحرارة والإشعاع الشمسي :

تمّ إيجاد معادلات مبنية بشكل أساسي على درجة الحرارة والإشعاع الشمسي ، مع تعديلات تأخذ بعين الاعتبار الموقع والرطوبة.... إلخ ، نذكر منها :

2-4-1- علاقة (Turc) : [م. 41]

انطلاقاً من الموازنة المائية (Water-Balance) للعديد من الأحواض الساكنة في مختلف أنحاء العالم ، وضع الباحث Turc معادلة لحساب الانفضاج التبخري الكموني على مستوى منطقة مناخية واسعة ، تعتمد هذه المعادلة على درجة الحرارة والإشعاع الوسطي ، وتستخدم في فرنسا ، وفي دول أخرى ، وذلك وفق الصيغتين التاليتين :

الصيغة الأولى : وتطبق من أجل $Rh \geq 50\%$

$$ETP = 0.4 \times (I_g + 50) \times \frac{t}{t+15} \quad (1-4)$$

الصيغة الثانية : وتطبق من أجل $Rh < 50\%$

$$ETP = 0.4 \times (I_g + 50) \times \left(\frac{t}{t+15} \right) \left(1 + \frac{50-Rh}{70} \right) \quad (2-4)$$

حيث :

ETP : الانفضاج التبخري الكموني بـ (mm/month) .

t : درجة الحرارة الوسطية الشهرية ، من أجل ($t \leq 0$) تؤخذ ETP تساوي الصفر .

Rh : معدل الرطوبة النسبية للهواء .

I_g : الإشعاع الكلي الوسطي اليومي للشهر المعتبر ويقدر بـ (cal/cm^2) .

تحسب (I_g) من العلاقة :

$$I_g = I_{go} \times (0.18 + 0.62 \times \frac{n}{N}) \quad (1-8-1)$$

حيث :

I_{go} : الإشعاع الأعظمي باعتبار الجو صافياً تماماً ، ويعطى بالجدول 9 .

n : مدة الشمس الحقيقية الوسطية في الشهر المعتبر .

N : المدة الوسطية للسطوع الأعظمي للشمس خلال الشهر المعتبر ، وتعطى بالجدول .

يؤخذ بالاعتبار أثناء حساب الـ ETP عدد أيام الشهر ، وذلك بضرب القيمة الناتجة من العلاقة (1-4) أو (2-4) بـ ()

($\frac{31}{30}$) للشهر الذي مدته (31) يوم و بـ ($\frac{28}{30}$) للشهر الذي مدته (28) يوم .

خط العرض	الأشهر											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

34	450	612	728	961	948	977	956	878	757	609	473	411
35	436	610	719	857	947	979	957	875	749	597	459	396
36	422	607	709	852	946	980	957	871	741	585	445	381
37	407	604	700	847	946	981	957	868	733	573	431	367

الجدول (9) قيم الإشعاع الشمسي النظري (I_{ga}) كالوري/سم²/يوم

خط العرض	الأشهر											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
34	315	308	372	391	433	433	446	416	372	351	312	307
35	312	307	371	392	436	435	442	417	372	350	310	304
36	310	306	371	393	438	438	445	415	373	350	308	301
37	308	304	371	395	440	441	447	420	373	349	306	299

الجدول (10) عدد ساعات السطوع الشمسي الشهري النظرية N

2-5- معادلات معتمدة على درجة الحرارة :

2-5-1- معادلة Blaney-Criddl :

علاقة نصف تجريبية تعتمد في حساب قيمة الـ ETP على معدل درجة الحرارة اليومي وساعات السطوع الشمسي وتعطى بالمعادلة التالية : [م. 50]

$$ETP = 0.458kP (t + 17.8)$$

حيث :

ETP : الانفضاج التبخري الكموني ويقدر بـ (mm/month).

P : نسبة عدد ساعات السطوع الشمسي الشهرية % من الكمية السنوية الجدول 11.

t : درجة حرارة الهواء الوسطية الشهرية (C^0).

K : عامل المحصول التجريبي ويعطى من الجدول (12)

الأشهر	خط العرض				
	32	34	36	38	40
كانون الثاني	7.20	7.10	6.99	6.87	6.76
شباط	6.97	6.91	6.86	6.79	6.73
آذار	8.37	8.36	8.35	8.34	8.33
نيسان	8.75	8.80	8.85	8.90	8.99
أيار	9.63	9.72	9.81	9.92	10.02
حزيران	9.60	9.70	9.83	9.95	10.03

تموز	9.77	9.88	9.99	10.10	10.22
آب	9.28	9.33	9.40	9.47	9.54
أيلول	8.34	8.36	8.36	8.38	8.38
تشرين أول	7.93	7.90	7.85	7.80	7.75
تشرين ثاني	7.11	7.02	6.92	6.82	6.72
كانون أول	7.05	6.92	6.73	6.66	6.52
السنوي	100	100	100	100	100

الجدول (11) استمرارية عدد ساعات السطوع الشمسي الشهرية % من المجموع السنوي

المحصول	منطقة	
	منطقة رطبة	جافة
البرسيم	0.8	0.85
الذرة	0.75	0.85
القطن	0.6	0.7
الحبوب	0.75	0.85
الأشجار المثمرة	0.60	0.70
الحمضيات	0.50	0.65
البطاطا	-	0.76
الشوندر السكري	0.65	0.75
الرز	1.00	1.20

الجدول (12) عامل المحصول لموسم السقاية بحسب بلاني - كريدل

2-4-3- معادلة Thornthwaite:

اعتمدت هذه العلاقة على تجارب أجريت في القسم الأوسط والشرقي من الولايات المتحدة الأمريكية، وتعتبر إحدى أقدم الطرق لحساب الانفضاج التبخري الكموني، وتتطلب فقط معرفة حرارة الهواء والسطوع الشمسي، وتعطى بالشكل التالي: [م. 21]

$$ETP = 16 \times \left(\frac{10 \times t}{I} \right)^a \quad (1-11)$$

حيث :

ETP : الانفضاح التبخري الكموني لشهر مثالي (30 يوم) على أن يكون نهار كل يوم (12 ساعة) ، ويقدر بـ (mm/month) .

t : درجة الحرارة الوسطية للشهر المعتبر (C°) .

I : دليل الحرارة السنوي ، ويساوي إلى مجموع قيم الدليل الحراري الشهري لمختلف أشهر السنة :

$$I = \sum_{1}^{12} \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514} \quad (I-11-1)$$

a : قيمة تجريبية تحسب من المعادلة :

$$a = 0.675 \left(\frac{I}{100} \right)^3 - 0.771 \times \left(\frac{I}{100} \right)^2 + 1.792 \times \left(\frac{I}{100} \right) + 0.4924 \times \quad (I-11-2)$$

للحصول على قيمة ETP يجب تصحيح القيمة المحسوبة لـ ETP بأمثال يتعلق بعدد أيام الشهر وطول النهار فيها (حسب خط العرض) ، ويوجد جداول 13 خاصة بهذه العلاقة .

خط العرض الشمالي	الأشهر											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
30	0.9	0.87	1.05	1.08	1.18	1.17	1.2	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
35	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.87	0.86	0.85
40	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.85	0.81

الجدول (13) عامل التصحيح على معادلة تورنتوايت K_{th}

مثال :

أرض واقعة على خط عرض 36 (منطقة جافة) مزروعة بالقطن والبرسيم . احسب الاحتياج المائي الشهري والكلبي لهذين المحصولين وذلك بحسب الطرق التالية :

تيورك - بنمان - بلاني كريدل - تورنتوايت . علماً بأن الظروف المناخية واستمرارية فصل السقاية لكل محصول والمعطيات الخاصة واردة في جداول الحل الخاصة بكل طريقة من هذه الطرق .

أ- بطريقة تيورك :

العناصر	الأشهر							
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
عدد ساعات السطوع الشمسي الحقيقية n	230.7	261.5	310.6	360.1	380.6	363.6	321.3	268.1
عدد ساعات السطوع الشمسي النظرية N	371	393	438	438	445	415	373	350
النسبة n/N	0.62	0.66	0.71	0.82	0.85	0.88	0.86	0.77

$I_{ga}, \text{cal/cm}^2/\text{day}$	709	852	946	980	957	871	741	585
متوسط الحرارة t, c^0	12.4	17.5	23.3	28	30	29.5	25.3	19.7
متوسط رطوبة الهواء	61	53	43	35	37	40	43	51
$I_g, \text{cal/cm}^2/\text{day}$	400.2	502	586.7	674.6	676.6	632	528.5	384.6
$ETP_1, \text{mm/month}$	81.5	118.9	154.9	188.7	193.8	180.8	145.3	98.7
$ETP, \text{mm/month}$	81.5	118.9	170.4					98.7

كيفية الحل :

1- h_r, t, n من الأرصاد الجوية .

2- N من الجدول (10) .

3- I_{ga} من الجدول (9) .

$$I_g = I_{ga} \left(0.18 + 0.62 \cdot \frac{n}{N} \right) \quad -4$$

$$ETP_1 = 0.40(I_g + 50) \left(\frac{t}{t+15} \right) \quad \text{mm/month} \quad -5$$

$$ETP = ETP_1 \left(1 + \frac{50 - h_r}{70} \right) \quad \text{mm/month} \quad -6$$

7- الاحتياج المائي الكلي هو مجموع ETP لجميع أشهر موسم السقاية الخاصة بكل محصول .

ب- حل نفس المسألة بمعادلة بنمان :

العناصر	الأشهر							
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
t, c^0	12.4	17.5	23.3	28.0	30.0	29.5	25.3	19.7
n/N	0.62	0.66	0.71	0.82	0.85	0.88	0.86	0.77
$U, \text{km/day}$	285	302	302	397	449	363	268	181
$R_s, \text{mmwater/day}$	11.68	14.26	15.94	16.62	16.26	15	12.72	10.1
r	0.25							
a	0.23							
b	0.53							
$R_1, \text{mm/day}$	6.54	8.27	9.72	10.97	11.05	10.5	8.78	6.46
es	10.9	15.19	21.69	28.66	31.9	31.09	24.3	17.28

e	6.65	8.05	9.33	10.03	11.8	12.44	10.45	8.8
$\sigma.T_a^4$	13.4	14.39	14.97	16.58	17.02	16.8	15.99	14.78
$R_B, \text{mmwater/day}$	2.83	2.97	3.10	3.76	3.53	3.51	3.66	3.35
\bar{N}	2.07	3.23	4.19	4.47	4.76	4.37	2.92	1.5
E_a	4.14	7.23	12.5	22.69	26.8	21.35	13	6.33
Δ/y	1.43	1.77	2.56	3.25	3.57	3.49	2.83	2.11
$E, \text{mm/day}$	2.92	4.68	5.04	8.76	9.58	8.15	5.35	3.05
عدد أيام الشهر	31	30	31	30	31	31	30	31
$E, \text{mm/month}$	90.52	140.4	156.2	262.8	297	252.65	166.5	94.59

ج- الاحتياجات المائية الكلية بحسب معادلة بلاني - كريدل :

العناصر	الأشهر							
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
t, c^0	12.4	17.5	23.3	28.0	30.0	29.5	25.3	19.7
P, %	8.35	8.85	9.81	9.83	9.99	9.40	8.36	7.85
$0.458.P(t+17.8)$	115.5	143.1	184.7	206.2	218.7	203.6	164.8	134.9
K للقطن	0.71							
K للبرسيم	0.85							
$E_{tp, \text{mm}}$ للقطن	86.3	107.3	138.5	144.3	164.0	152.7	123.6	101.2
$E_{tp, \text{mm}}$ للبرسيم	98	121.6	157	175.3	185.9	173.1	140.1	114.7

يؤخذ الاحتياج المائي الكلي كمجموع للأشهر من بداية إرواء كل محصول إلى نهاية موسم سقايته .

د- حساب الاحتياج المائي الكلي بحسب تورنتوايت :

العناصر	الأشهر											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
متوسط درجات الحرارة t, c^0	6.9	8.2	12.4	17.5	23.3	28.0	30.0	29.5	25.3	19.7	13.2	8.6
الدليل الشهري الحراري i	1.63	2.11	3.95	6.66	10.28	13.58	15.07	14.69	11.64	7.97	4.35	2.27
المجموع السنوي للدليل i	94.20											
العامل التجريبي a	2.06											
الاحتياج المائي قبل التصحيح E	-	-	28.2	57.3	103.4	150.9	174	168	122.5	73.1	-	-
المعامل التصحيحي K	-	-	1.03	1.09	1.21	1.21	1.22	1.135	1.016	0.86	-	-
$E, mm/month$ بعد التصحيح	-	-									-	-

نحسب مجموع الاحتياج المائي للمحصول بحسب عدد أشهر السقاية الخاصة به .

المبادئ الأساسية للري

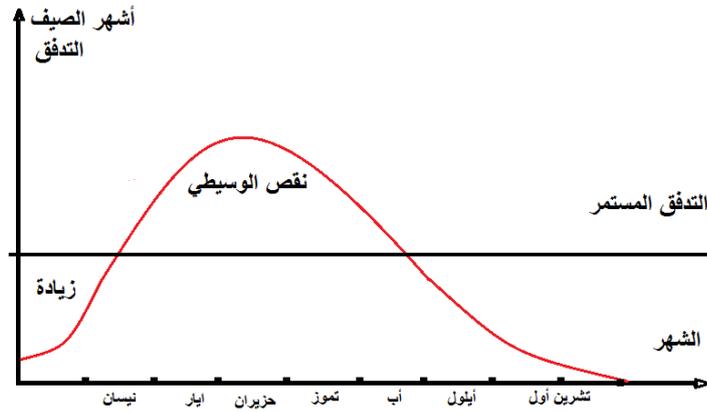
العوامل الطبيعية والعناصر العملية للسقاية

1- التدفق المميز للسقاية:

بمعرفة الكمية الكلية للماء التي يحتاجها الهكتار الواحد من كل نوع من المزروعات خلال فترة نمو هذه المزروعات يمكننا ان نحسب التدفق الثابت الذي يجلب لهذا الهكتار، خلال فترة النمو هذه، كمية الماء اللازم.

يسمى هذا التدفق بالتدفق الوهمي المستمر الوسطي ليس للتدفق سوى أهمية نظرية. وفي الواقع تتغير احتياجات المزروعات كثيراً أثناء النمو والتطبيق العملي لهذه الطريقة البسيطة بسبب زيادة في الماء أثناء الأشهر الأولى والأخيرة بينما تقاسي النباتات نقص للماء أثناء الأشهر الأولى والأخيرة بينما تقاسي النباتات من نقص للماء أثناء أشهر الصيف

الشكل يوضح ذلك :



- فيجب أذن ، عندما نبحث بالتطبيق العملي للسقاية، أن نعتبر الاحتياجات الحقيقية اليومية أو الشهرية لكل نوع من المزروعات وليس فقط الاحتياجات الموزعة بانتظام خلال طور نموها.

مثلاً من أجل القمح فرضنا (4mm) كاحتياج يومي أعظمي في شهر أيار أي ($40m^3/ha$) وهذا يعادل تدفق يساوي:

$$\frac{40000}{86400} = 0.46 \ell/s/ha$$

فنقول أن التدفق المميز للقمح يساوي ($0.46 \ell/s/ha$) يجب زيادة هذه القيمة بالضيعات (بالتبخّر، التسرب.....) وليكن تقريباً الضياعات 50% مما يجعل التدفق ($0.69 \ell/s/ha$) والذي نطرح منه كمية الماء الهاطله خلال الطور المعتبر فإذا كانت الأمطار نادرة أو ضعيفة فإن التدفق المميز يحافظ على القيمة المحسوبة سابقاً، ويسمى التدفق المميز أحياناً بالمقنن المائي.

2- عيار السقاية:

أ- دور التربة كحوض تخزين:

إن القيمة الأعظمية للرطوبة الموجودة في التربة تحت تصرف النبات تساوي الفرق بين حد الاستيعاب (سعة الاحتفاظ) وجد الذبول (نقطة الذبول)، فمثلاً من أجل تربة تتصف بالقيم التالية:

$$h_{vs} = 0.17 \quad \text{و} \quad h_{vr} = 0.32$$

تكون كمية الماء الموضوعه تحت تصرف النباتات في المتر المكعب من التربة تساوي :

$$1(0.32 - 0.17) = 0.15 m^3$$

ب- تحديد عيار السقاية :

أولاً: العيار الأعظمي للسقاية (Dm):

أن النباتات تستفيد من رطوبة الأرض لعمق محدود وبعده لا يمكن للجذور أن تمتصها، وأن امتصاص الماء يتغير حسب العمق مع تغير كثافة الجذور فالطبقة العلوية من التربة هي الطبقة الغنية بالجذور لأنها ذات تهوية أفضل ولأنها غنية بمختلف العناصر المغذية.

فمثلاً من أجل الفصّة، قيست حيوية الجذور بالنسبة المئوية للحيوية الإجمالية في طبقات متتالية عمقها 30cm فأعطت النتائج التالية:

1.80	1.50	1.20	0.9	0.60	0.30	0	العمق
------	------	------	-----	------	------	---	-------

	3		8		12		15		15		47		حيوية الجنور %
--	---	--	---	--	----	--	----	--	----	--	----	--	-------------------

فمن أجل المثال السابق (حد الاستيعاب 0.32 وحد الذبول 0.17) فإذا كان العمق المفيد لسقاية النبتة 0.6m فإن العيار الأعظمي الذي يجب إعطاؤه للهكتار يساوي:

$$Dm=10000*0.6*0.150=900m^3/ha$$

أما من أجل أول سقاية سنوية في منطقة جافة وإذا كان الحد الهيكروسكوبي ($H_{VF} = 0.07$) فإن العيار الأعظمي يكون:

$$DM = 10000 \times 0.6(0.32 - 0.07) = 1500m^3/ha$$

إذا القيمة Dm العيار الأعظمي كما حسبناها كحد أعظمي لكمية الماء التي يجب إعطاؤها للتربة في كل سقاية، حد لا يجب تجاوزه أبداً ويبقى كقيمة نظرية يستخدم كأساس لحساب العيار العملي.

ثانياً: العيار العملي - العيار الحقيقي:

عملياً يجب أن لا يتجاوز العيار المعطى في كل سقاية خلال الأشهر الأكثر جفافاً ثلثي العيار الأعظمي

$$DP = \frac{2}{3} DM = \frac{2}{3} \times 10000h(H_{VR} - H_{VF})$$

حيث

Dp : القيمة الأعظمية للعيار العملي m^3/ha

Dm : العيار الأعظمي

H : العمق المفيد للجنر

H_{VR} : حد الاستيعاب (حجم الماء في المتر المكعب من التربة)

H_{VF} : حد الذبول

وبعض المختصين يقترح عدم إدخال حد الذبول لصعوبة تحديده ويقترحون المعادلة التالية:

$$DP = \frac{1}{3} \times 10000 \times h \cdot H_{VR}$$

أي العيار العملي يساوي ثلث الكمية الكلية للماء الموجودة في التربة عن حد الاستيعاب

- كذلك يجب أن لا يتجاوز العيار الحقيقي العيار العملي:

$$(1) \quad D_r \leq DP$$

مع بقائه قريباً جداً منه

- من ناحية ثانية يحسب العيار الحقيقي بالمعادلة

$$D_r = \frac{G}{N}$$

حيث G هي الكمية الكلية للماء التي يجب تقديمها للنباتات طيلة الأشهر الأكثر جفافاً و N العدد الشهري للسقايات (عدد صحيح).

نختار من أجل N العدد الأصغري يجب أن تبقى المتراجحة (1) محققة .

مثال: لتكن مزرعة مساحتها 200ha يراد ريها بالانسباب و المعطيات الطبيعية هي

$$dp = 80\text{mm} = 0.8\text{m}$$

$$Dp = 800 \text{ m}^3/\text{ha} \rightarrow$$

$$G = 1560 \text{ m}^3/\text{ha} / \text{month} \rightarrow q = \frac{1560 \cdot 1000}{24 \cdot 3600 \cdot 30} = 0.6 \text{ l/s/ha}$$

$$K = 10^{-4} \text{ m/s}$$

أوجد القيم المميزة العملية للسقاية أي في حالة الري بالانسباب و كذلك بالأخايد و كذلك بالرش:

- تباعد السقايات (المدة بين السقايات T)

-معامل السقاية m بـ l/s

-مساحة الوحدة القطعية a بـ ha

-السطح المروي المعامل ha

-عدد الوحدات القطعية المروية بالمعامل n

-مدة السقاية لكل وحدة قطعية

الحل : أولاً : في حالة الري بالانسحاب

$$1- \text{تباعد السقايات } N = \frac{G}{D_p} = \frac{1560}{800} = 1.95 \text{ نأخذ } N=2 \text{ أي } T=15\text{day}$$

هذا يعطي العيار الحقيقي لعيار السقاية حيث

$$dr = \frac{1560}{2} = \frac{780m^2}{ha} \rightarrow dr = 0.078m$$

2- اختيار معامل السقاية /m/ اليد المائتة:

إن التدفق المستمر الكلي اللازم لري المزرعة يساوي $Q=s.q$

$$Q=200 \times 0.6 = 120l/s$$

هذه القيمة كبيرة لكي تؤخذ كمعامل واحد فيمكن تجزئ هذه إلى ثلاث معاملات بـ 40l/s

$$\text{أي } m=40l/s$$

$$3- \text{مساحة الوحدة القطعية : } a = \frac{m}{k} = \frac{0.040}{10^{-4}} = 400m^2 = 0.04 \text{ ha}$$

$$4- \text{السطح المروي بالمعامل } am = \frac{m}{q} = \frac{40}{0.6} = 67m$$

$$5- \text{عدد الوحدات القطعية المروية بالمعامل } n = \frac{am}{a} = \frac{67}{0.04} = 1675$$

وتروى على التوالي خلال 15 day و لكن am لا تمثل سوى ثلث المساحة الكلية

للمزرعة (200ha) فلري المزرعة بكاملها يجب تأمين ثلاث معاملات بصورة مستمرة

$$Q = 3 \times 40 = 120 \text{ l/sec} \text{ وقيادة ثلاث ورشات سقاية بنفس الوقت .}$$

2- " مدة السقاية : كل وحدة قطعية يجب أن تتلقى الماء خلال مدة من الزمن

$$t = \frac{dr}{k}$$

$$\text{أي دقيقة } t = \frac{0.078}{10^{-4}} = 780 \text{ sec} = 13$$

سقاية الهكتار الواحد يدوم مدة تساوي : $\theta = Dr/m = 780/0.04 = 19500 \text{ sec}$

أي 5 ساعات و 25 دقيقة

ثانياً : في حالة السقاية بالأخاديد:

إذا وجب سقاية نفس المزرعة و بنفس الشروط العامة بطريقة الأخاديد تعدل النتائج السابقة كمايلي :

1- تباعد السقايات يبقى كان عليه في الري بالانسباب

2- مساحة الوحدة القطعية التي حسبناها في الري بالانسباب أي 400m^2 لا تعادل هنا سوى مساحة الأخاديد فإذا أثبتت التجربة أن أخاديد متوازية بعرض 0.3m و البعد بين محوري أخودين يساوي 1.5m تسمح بترطيب منتظم للأرض يكون لدينا $C=5$ $\frac{a'}{a} = \frac{1.5}{0.3} = 5$ فسطح الوحدة القطعية هنا يساوي

$$a' = c.a = 5 \times 400 = 2000\text{m}^2$$

3- السطح المروي بالمعامل نفس المساحة المحسوبة في الري بالانسباب

$$4- \text{ عدد الوحدات القطعية المروية بالمعامل } n' = \frac{a'm}{a} = \frac{67}{0.2} = 335$$

$$t' = \frac{dr.a'}{m} = \frac{0.078 \times 2000}{0.04} = 3900\text{sec}$$

أي ساعة و خمس دقائق أي خمس مرات المدة الموافقة للسقاية بالانسباب هذا شيء طبيعي إذ أنه من أجل عيار معين يجب أن تتلقى القطعة الأكبر خمس مرات كمية من الماء بخمس مرات

4- سقاية الهكتار الواحد تدوم نفس المدة المحسوبة بالنسبة للري بالانسباب

ثالثاً : في حالة الري بالرش:

لنفرض أن المزرعة يجب أن تروى بطريقة الرش مع المعطيات الآتية

$$1- \text{ التدفق المعطى لمجموعة الأجهزة (العامل) } m = 8\text{l/s}$$

$$2- \text{ كثافة السقاية لأجهزة الري تساوي } S = 8\text{mm/hour}$$

الحل: 1 - نتحقق أن S أصغر من K

$$S = 8\text{mm/h} = \frac{0.008}{3600} = 2.22 \times 10^{-6} \text{m/s} < 10^{-4}$$

$$a'' = \frac{m}{s} = \frac{8 \times 10^{-3}}{2.22 \times 10^{-6}} = 3600 m^2 \text{ المساحة}^{-2}$$

$^{-3}$ مدة السقاية في كل محطة لمجموعة أجهزة تساوي :

$$t'' = \frac{dr}{s} = \frac{0.078}{0.008} = 9075 \text{ hour}$$

أي تسع ساعات و 45 دقيقة

مسألة:

أرض زراعية مساحتها 1000ha الدورة الزراعية لها مستديمة (زراعة صيفية + زراعة شتوية) بالنسبة للزراعة الصيفية 50% فسه و 25% ذرة صفراء و 25% (بعل) من 5/1 حتى 11/1

والزراعة الشتوية 25% برسيم وشعير - 75% شوفان

الظروف المناخية: خط عرض المنطقة 36 ودرجات الحرارة الوسطية خلال مختلف الأشهر تعطى بالجدول التالي:

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
tc°	6	8	11.5	16.5	22	27.3	29.3	29.3	25	19.5	12.5	8

كما تمت دراسة خصائص التربة فوجد الوزن النوعي الحقيقي للتربة $\omega = 2.6 \text{ gr/Cm}^3$ والوزن النوعي الظاهري $\omega = 1.4 \text{ gr/Cm}^3$ كما تم قياس الماء فيها بعد إشباعها حتى يتم صرف الماء منها بشكل حر فكانت كمية الماء 23.6gr من أجل 100gr تربة جافة وكذلك قيست كمية الماء عند وصول النباتات إلى مرحلة الذبول الدائم فوجدت 12gr من أجل 100gr تربة جافة والمطلوب:

1- تعيين قيم الإنفصاج التبخري الكموني لمختلف أشهر السقاية بالطرق التالية:

أ- ثورنيت ب- تورك ج- بلاني و كريدل

بفرض أن الرطوبة النسبية الوسطية لكامل الأشهر $R_h > 50$

وأن نسبة مدة ساعات السطوع الشمسي الحقيقي n على مدة ساعات سطوع الشمسي الأعظمي N معطى وفق الجدول الآتي:

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n/N	0.5	0.55	0.6	0.7	0.8	0.92	0.98	0.98	0.9	0.8	0.7	0.55

أ- حساب مسامية التربة %P

ب- حساب النسبة المئوية للرطوبة وزناً وحجماً عند حد الاحتفاظ

ج- حساب النسبة المئوية للرطوبة وزناً وحجماً عند حد الذبول

د- حساب عيار السقاية الأعظمي D_m باعتبار العمق المفيد للجزور $h=0.85m$

هـ- حساب عيار السقاية العملي D_p والعيار الحقيقي D_r لكل شهر من أشهر

السقاية بالاستفادة من حسابات طريقة تورك للاحتياجات المائية.

الدكتور: زياد الموسى المكسور