الجمهورية العربية السورية

جامعة حماه

كلية الهندسة الزراعية

السنة الثالثة

مقرر الري وإدارة الموارد المائية

قسم النظري

المحاضرة : الثانية والثالثة والرابعة

مدرس المقرر

الدكتور زياد الموسى المكسور

الدكتور : زياد الموسى المكسور

العلاقة بين الماء والتربة والنبات

١-١- أهمية الماء للنبات:

الماء هو مادة الحياة الأولى ولا حياة بدونه ، فهو المركب الأساسي لكل الكائنات الحية ومنها النبات وعند نقص حجم الماء المتاح للنبات يحصل خلل في العملية البيولوجية والفيزيولوجية .

كما أن زيادة الماء تنعكس سلباً على نمو النباتات وقد تؤدي إلى تعفنها وموتها بسبب قلة التهوية .

١-٢- أهمية الهواء والحرارة للنبات:

النباتات كائنات حية لا تستطيع العيش والنمو بدون الماء والهواء والضوء (الحرارة).

وتنفس النبات يجب ألا يستهان به خاصة إذا علمنا أن ٩٠% من المحصول يعتمد على عملية التركيب الضوئي والتي تعتبر بدورها أول مصدر للطاقة الضرورية لتغذية النباتات بالعناصر اللازمة والضرورية .

١-٣- النظام المائي في التربة:

يقصد بالنظام المائي للتربة بأنه محتوى الرطوبة في طبقة منطقة الجذور النباتية وكذلك مدى تذبذب منسوب المياه الجوفية في التربة

١-٤- رطوبة التربة:

هي محتوى الماء في واحدة الحجم في التربة: ويعبر عنها بنسبة مئوية من الوزن الجاف للتربة (الرطوبة المطلقة) أو كنسبة حجمية فنسميها الرطوبة الحجمية أو كعمق مكافئ من المياه (d) . أي يتم التعبير عن الرطوبة الحقلية بالطرق التالية :

أ). كنسبة مئوية من الوزن الجاف للتربة (P_w):

$$P_w = \frac{W_w}{W_d} \times 100 \quad \text{.....(١)}$$

ب). كنسبة مئوية من الوزن الرطب للتربة (P_w):

$$P_w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad \text{.....(٢)}$$

الدكتور زياد الموسى المكسور

ج). كنسبة مئوية من حجم للتربة (P_v):

$$P_v = \frac{V_w}{V} \times 100 \quad \text{.....} \quad (٣)$$

حيث أن:

W_w= وزن المياه في عينة التربة

W_d= وزن عينة التربة بعد التجفيف

W_s= وزن عينة التربة قبل التجفيف

V_w= حجم المياه في عينة التربة

V= حجم عينة التربة الكلي بما فيها من ماء وهواء

يمكن الاستعانة بالشكل رقم (٤)

د). العمق المكافئ للمياه (d)

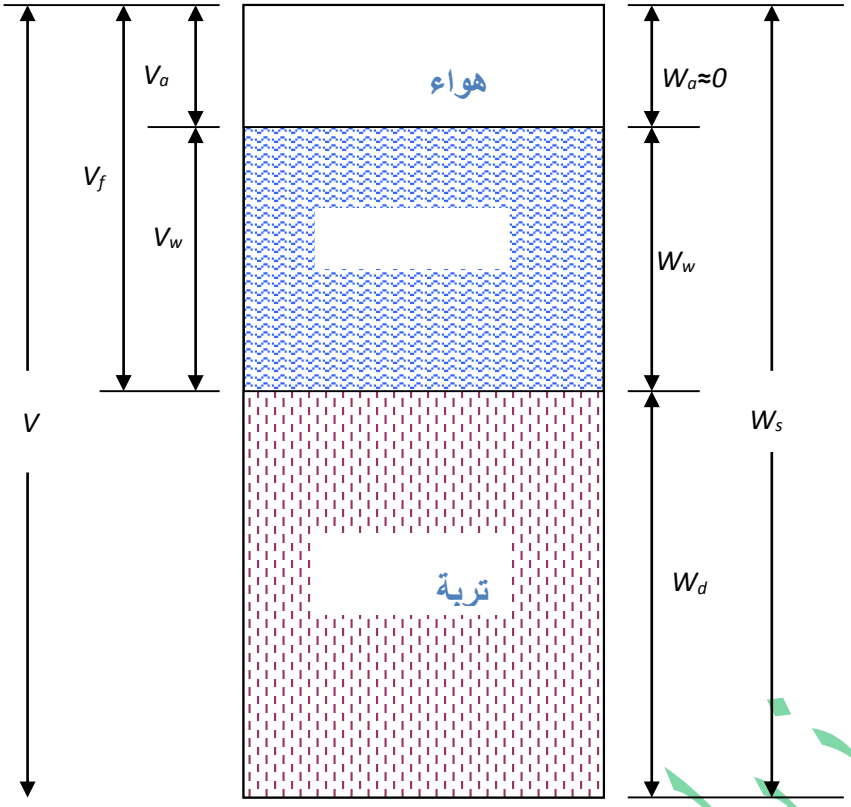
بفرض عمق الطبقة المدروسة D ومساحتها A فيكون حجم التربة المدروسة AD وحجم المياه التي تحتويها $d = \frac{P_v.D}{100} A$

وبفرض أن A=1m2 يعطى العمق المكافئ للمياه (d) بالعلاقة التالية :

$$d = \frac{P_v.D}{100} \quad \text{.....} \quad (٤)$$

ولكن أحياناً من الصعب توفر المحتوى الرطوبي الحجمي، فعند ذلك يمكن استخدام المحتوى الرطوبي الوزني بعد ضربه في الكثافة النسبية الظاهرية (تعرف بأنها كتلة أو وزن وحدة حجم عينة التربة بحالتها الطبيعية بما فيها من فراغات ويرمز لها As) أي ($P_v = P_w.A_s$)، فتصبح المعادلة كالآتي:

$$d = \frac{P_w.A_s.D}{100} \quad \text{.....} \quad (٥)$$



الشكل رقم (١)

سنشرح فيما يلي أنواع الرطوبة وأشكالها في التربة :

سعة الاحتفاظ (السعة الحقلية): هي الكمية الأعظمية للماء التي يمكن للتربة أن تحتفظ بها بشرط أن يتحقق الصرف فيها بشكل حر ويرمز لها H_r

السعة الأعظمية : وتسمى أيضا السعة الكلية وهي توافق الأرض المشبعة تماماً بالماء

ونرمز لها بـ H_m أو H_{pm} إذا عبرنا عنها بالنسبة المئوية الوزنية للتربة اليابسة

وبـ H_{vm} إذا عبرنا عنها بالنسبة المئوية الحجمية لحجم التربة في مكانها وفي هذه الحالة تكون مساوية إلى المسامية P=H_{vm}

المسامية = $\frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{حجم التربة في مكانها}}$ = الرطوبة P= $\frac{V-v}{V}*١٠٠$

V : حجم التربة في مكانها

v: الحجم الحقيقي للجزيئات

وإذا كان $\bar{w}$ الوزن النوعي الحقيقي للجزيئات و $\bar{w}'$ الوزن النوعي للتربة في مكانها يكون:

$$\frac{\bar{w}}{\bar{w}'} = \frac{V}{v} \quad \Leftarrow \quad p=100*\frac{\bar{w}-\bar{w}'}{\bar{w}}$$

الدكتور : زياد الموسى المكسور

نقطة الذبول : هي نسبة الرطوبة في التربة التي اعتباراً منها تذبل النبتة بشكل دائم ونرمز لها بـ H_f

وإن نقطة الذبول توافق رطوبة تساوي نصف الرطوبة الموافقة لسعة الاحتفاظ .

النقطة الهيدروسكوبية : إن التربة في مناخ جاف إذا لم تروى فإنها تستمر بالتجفف إلى ما بعد نقطة الذبول ولكن لا تصل إلى الجفاف المطلق .

ويحصل توازن بين الجو والتربة ينظم التبادل الذي يحصل خصوصاً على السطح.

١-٥ تصنيف ماء التربة :

أ). **المياه المتاحة الكلية:** هي كمية المياه الرطوبة التي تحتفظ بها التربة بين السعة الحقلية ونقطة نقطة الذبول ، ويستفيد النبات من جزء كبير من هذه المياه (شكل ٤).

المياه المتاحة الكلية = السعة الحقلية – نقطة الذبول

ب). **المياه المتاحة بيسر:** هي كمية المياه الموجودة في التربة التي يتمكن النبات من استنفاذها بدون جهد، وتساوي:

المتاحة بيسر= المياه المتاحة الكلية × نسبة الاستنفاذ (Ea).

ملاحظة: نسبة الاستنفاذ تتراوح ما بين ٣٥ و ٧٥%.

ج). **مياه فائضة:** تمثل كمية المياه التي تزيد عن السعة الحقلية والمتسربة إلى أعماق التربة خارج منطقة الجذور بفعل الجاذبية الأرضية.

جريان الماء في التربة : نميز حالتين أساسيتين

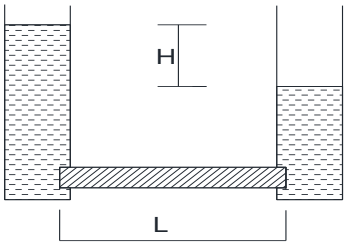
الحالة الأولى : نسبة الرطوبة أكبر من سعة الاحتفاظ أو التربة ممتلئة بالماء($H= H_m$) فحركة الماء تخضع إلى الثقالة .

الحالة الثانية : نسبة الرطوبة أصغر من سعة الاحتفاظ ($H<H_R$) أي أن حركة الماء تخضع للقوى الشعرية أولاً ثم إذا ازداد الجفاف لا تحدث حركة الماء بتأثير التبخير .

مفهوم قابلية النفوذ (قانون دارسي) :

في حالة تربة مشبعة ($H=H_m$) تكون حركة الماء ناتجة عن قوة الثقالة .

إن قابلية النفوذ هي الخاصة التي تظهر السهولة التي تتحقق في حركة الماء . وقد أعطى دارسي علاقة سهلة تخص جريان الماء في أنبوب مملوء بالرمل



$$V=k\cdot\frac{h}{L}=k\cdot I$$

حيث نرمز للقيمة $\frac{H}{L}$ بـ I وندعوها بالميل المحرك

يعطى التدفق عندئذ بالعلاقة $Q=v\cdot s=ksI$

k :الأمثال المميزة للتربة وتسمى أمثال قابلية النفوذ وله أبعاد السرعة ويسمى غالباً سرعة النفوذ .

الدكتور زياد الموسى المكسور

الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية

١ – العوامل المؤثرة على حياة ونمو النباتات :

تحتاج النباتات الزراعية كي تنبت إلى الضوء والحرارة والماء والهواء والغذاء . يعتبر الماء والهواء ومواد التغذية المعدنية هي المواد الأولية لتشكيل مركبات النبات وذلك بمساعدة الضوء والحرارة .

يتطلب النبات في طور النمو والتكوين إلى كمية من الماء حيث يصرف ٩٩,٨% منها للانفضاج التبخري و ٠,٢% لتشكيل مكونات النبات .

تحصل النباتات على الماء من خلال جذورها ، ومن أجل نمو النبات يجب أن يعوض هذا التيار المائي جميع الفواقد الحاصلة في الأوراق بواسطة الانفضاج التبخري وكذلك بواسطة التبخر من التربة ، إذ يجب أن يوجد في التربة دائماً محتوى كاف من الرطوبة ، ويكون هذا المحتوى في حالة مناسبة عندما يقترب من السعة الحقلية الإروائية للتربة .

في الوقت نفسه يجب أن يتأمن الأوكسجين الكافي في التربة كي تتنفس النباتات بشكل مستمر وتحصل التفاعلات الكيميائية الضرورية لتغذية النبات . إن علاقة تواجد الماء والهواء في التربة لايمكن أن تكون ثابتة بشكل مستمر لأن الماء يتبخر من سطح التربة ومن سطح الأوراق ، لكن يجب ألا تقل رطوبة التربة في ظروف الري عن حد أصغري كي لايتأثر نمو النباتات بسبب نقص الرطوبة . نبين في الجدول (١) قيمة هذا الحد الذي يفوق قليلاً حد الذبول . إن الترب الخفيفة الواردة في الجدول هي الترب الرملية والرملية الغضارية والترب الثقيلة هي الترب الغضارية الرملية والغضارية .

المحاصيل المروية	لأجل الترب غير المالحة		لأجل الترب المالحة	
	الثقيلة	الخفيفة	الثقيلة	الخفيفة
القطن والبرسيم لعدة سنوات	70-75	65-70	70-80	70-75
الحبوب	65-70	60-65	70-75	65-70
الذرة	65-70	60-65	75-80	70-75
النباتات ذات الجذور الدرنية	70-75	65-70	70-80	70-75
البطاطا	65-75	60-70	75-80	70-75
الخضروات	75-80	70-75	80-85	75-80

الجدول (١) : الرطوبة الصغرى المسموحة للتربة وذلك % من السعة الحقلية الحدية

٢ – الاحتياج المائي الكلي للنباتات :

قلنا أعلاه إن مجموع الرطوبة المحسوبة للتعويض عن الاحتياج المائي في الأراضي المروية المزروعة بالمحاصيل الزراعية هي عبارة عن مجموع الانفضاج التبخري من النباتات والتبخر من سطح التربة .

تؤثر على الطريقة الفيزيائية للتبخر عوامل خارجية فقط وأما على طريقة الانفضاج التبخري فتؤثر عوامل خارجية وداخلية معاً . ولكن من الصعب حساب نسبة الرطوبة الضائعة بالتبخر وكذلك المستخدمة للانفضاج 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 ١ هكتار (m^3/ha) ويعبر عنها بالعلاقة :

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

حيث : E : الاحتياج المائي الكلي .

E_{Tr} : الانفضاج 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 (٢) نتائج تجارب أجريت في آسيا الوسطى تبين صحة هذه المعلومات :

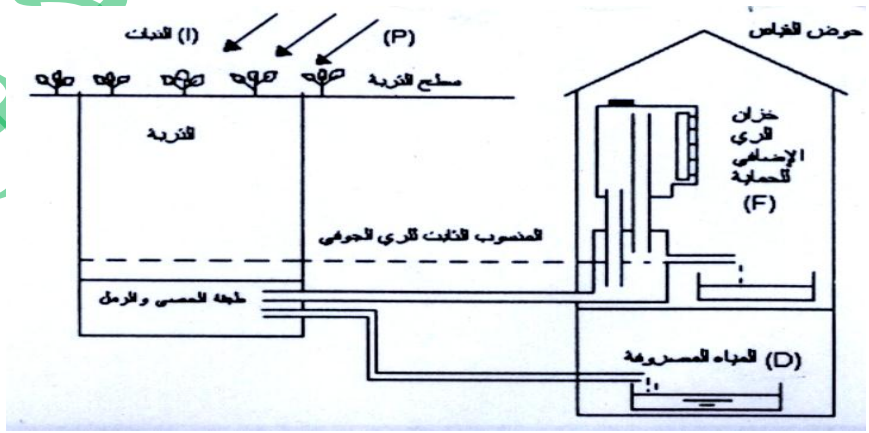
العناصر	عدد الأيام بعد الري						
	1	2	3	4	5	6	7
التبخر من سطح التربة غير المشغولة بالنباتات مم/يوم	12	10	9.5	5.2	2.2	1.0	0.5
التبخر من سطح الماء مم/يوم	9.5	9.2	9.0	8.5	8.0	7.8	8.0
علاقة العنصر الأول إلى الثاني	1.25	1.08	1.05	0.61	0.27	0.13	0.06

الجدول (٢) نتائج تجارب أجريت في آسيا الوسطى

-الطرق التجريبية :

١- جهاز الـ (Lysimeter): المراجع (٢-٣٦)

وهو عبارة عن وعاء يحتوي بداخله على كتلة ترابية معزولة يكون سطحها مغطّى بالعشب . ومبدأ عمله هو القياس الحجمي لكل من الماء الداخل والماء المتسرب إلى ومن الجهاز . ويعتمد على معادلة التوازن المائي لحساب الانفضاج التبخري الكموني في جهاز الـ (Lysimeter) . كما في الشكل ١) .



الشكل (١) : ليزيمتر

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

$$P + I \pm R = ET + D \pm \Delta W \qquad (١)$$

حيث :

P : الهطول المطري بـ (mm/day) .

I : كمية مياه الري بـ (mm/day) .

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

ET : الانفضاج التبخري الذي يشمل التبخر من التربة والنتح 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 .

وبشكل طبيعي فإن حواف الـ (Lysimeter) العالية ستعيق أي جريان إلى أو خارج النموذج ، والتالي فإن الماء المفقود يعزى إلى (ΔW – D – ET) .

ولتقدير الانفضاج التبخري (ET) يجب قياس كافة العناصر الأخرى لمعادلة التوازن المائي تبعاً للآتي :

$$ET = P + I - D \pm \Delta W \qquad (٢)$$

يتم قياس (ΔW)في الـ (Lysimeter) بعدة طرق مثل : أخذ عينات للتربة – مقياس الشد الرطوبي (Tensiometer) – جهاز المقاومة الكهربائية – السابرة النيوترونية (Neutron Probe) .

يسمح استخدام السابرة النيوترونية بالحصول على قياسات دقيقة ومستمرة لتغيرات رطوبة التربة .

يتم في أغلب الحالات قياس كمية الماء بالاعتماد على الفترة الزمنية الفاصلة بين حدوث صرفين اثنين ، وبعد إتمام الصرف مباشرة فإن كتلة التربة تحتوي على رطوبة جيدة التحديد والتي تدعى السعة الحقلية ، وبوجود مطر كاف أو الري يتم تعويض نقصان محتوى الرطوبة في التربة ، الذي يفترض مرة أخرى بأنه ثابت عند السعة الحقلية بعد توقف الصرف.

وعندها يصبح (ΔW) مهملاً ويمكن تقدير الانفضاج التبخري مباشرة بواسطة المعادلة التالية :

$$\boldsymbol{ETP = P + I - D} \qquad (٣)$$

حيث أخذت الـ (ET) صيغة الـ (ETP) لأنها تقاس من سطح مزروع بالأعشاب في جهاز الـ (Lysimeter) . وهكذا تقدر قيم الانفضاج التبخري الكموني بالاعتماد على الفترة الزمنية الفاصلة بين حدوث صرفين اثنين . برغم ذلك ربما تحدث أخطاء في قيم الانفضاج التبخري الكموني بسبب بعض الاختلاف في المحتوى الرطوبي بعد الصرف . في حالة الـ (Lysimeteres) المكافئة التي يتم فيها الحفاظ على مستوى ثابت لطبقة الماء الأرضي ، تعوض الرطوبة المفقودة (ΔW) باستمرار بأداة أوتوماتيكية . ويمكن في هذه الحالة الحصول على قياسات الـ (ETP) في فترات قصيرة .

في الـ (Lysimeteres) التي تروى يومياً ، يكون محتوى رطوبة التربة ثابت تقريباً وبالتالي فإن التغيّر في الرطوبة المخزونة يصبح مهملاً

٢-٢- طرق حساب وقياس الـ ETP : وأهمها :

٢-٢-١- معادلة توازن الطاقة: [م. 5]

يستخدم البخر من الأسطح المبتلة الطاقة التي ترد من الإشعاع الشمسي ، التي تصل إلى السطح الخارجي للغلاف الجوي للأرض ، وهي الطاقة التي تصل بمعدل 2 $cal/cm^2/min$ مقاسة في اتجاه الإشعاع (R_S) . ويقوم الغلاف الجوي بتشتيت الأشعة ، وينتج عن هذا تخفيض مقدار الإشعاع الواصل إلى سطح الأرض ، عندئذ ينعكس بعض من هذه الأشعة ، ويمتص بعضها الآخر ، حيث يستخدم في عمليات حرارية أخرى ، أهمها : إعادة الإشعاع في صورة أشعة مرتدة طويلة الموجة ، ورفع درجة حرارة الجو ، والبخر من النباتات والأسطح المبتلة الأخرى . وتشمل تحولات الطاقة الأخرى ارتفاع درجة حرارة الغطاء النباتي والتربة ، وكذلك تزويد النباتات بالطاقة اللازمة للعمليات الفيزيولوجية ، غير أن هذه تكون عادة مقادير صغيرة يمكن إهمالها .

وبمساواة كميات الطاقة الداخلة والخارجة فإن :

$$R_1 = rR_1 + R_B + H + E \qquad (1\text{-}1)$$

حيث :

R_1 : 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 $cal/cm^2/min$.

٢-٢-٢- 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 التبخير ، ويمكن التعبير عن ذلك باستخدام معادلة دالتون ، وهي معادلة عامة للبخر ، يمكن أن تصاغ كالآتي : [م. 5]

$$E = f(u)\,(e_s - e) \qquad (1\text{-}2)$$

حيث :

E : معدل البخر بـ (mm/day) .

$f(u)$: دالة لسرعة الرياح (u:m/sec) .

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

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

٢-٢-٣- معادلات معتمدة على معادلة توازن الطاقة :

٢-٢-٣-١- علاقة (Penman) :

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

$$E = [(\Delta/\gamma)\acute{N} + Ea]/[(\Delta/\gamma) + 1] \qquad (1\text{-}3)$$

حيث :

E : الطاقة المتاحة للتبخير (mm/day).

$\acute{N}$: صافي الإشعاع أي $(R_1(1\text{-}r) - R_B)$.

Δ : ميل منحني الضغط البخاري المشبع مع الحرارة .

γ : الثابت البسيكرومتري (mbar/c°) .

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 $cal/cm^2/min$ يساوي تقريباً 1 mm من الماء المتبخر في زمن قدره ساعة) .

$$R_1 = R_S\,(a + bn/N) \qquad (1\text{-}3\text{-}1)$$

حيث :

R_S : الإشعاع الشمسي الوارد معبراً عنه بما يساويه من بخر بـ (mm_{water}/day) عند قمة الغلاف الجوي الجدول ٤ (حسب خطوط العرض والشهر) .

a و b : ثابتان يتعلقان بخطوط العرض ، الجدول ٥ للقيم المتوسطة لـ a و b لخطوط عرض مختلفة .

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

N : تمثل المدى الأقصى الممكن للسطوع الشمسي بالساعات ، وهي قيمة تختلف باختلاف خطوط العرض الجد ول٣ 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 :

$$R_B = \delta T_a^4\,(0.56 - 0.092\,(e)^{½})\,(0.10 + 0.90\,n/N_p) \qquad (1\text{-}3\text{-}2)$$

حيث :

δ : ثابت ستيفان – بولتزمان (mm $_{water}$/day/K°) .

T_a : درجة الحرارة المطلقة في الموقع (K°) . الجدول٦ يعطي قيم الـδT_a^4 .

وتعطى قيمة Ea بـ (mm $_{water}$/day) من أجل سطح مائي مكشوف بالمعادلة :

$$Ea = 0.35\,(0.5 + 5u/800)\,(e_s - e) \qquad (1\text{-}3\text{-}3)$$

حيث : u سرعة الرياح بـ (km/day) مقاسة 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 :

$$Ea = 0.35\ (1 + 5u/800)\ (e_s - e) \qquad (1\text{-}3\text{-}4)$$

أما قيم Δ/γ و e_s فتعطى بالجداول ٧و٨.

تستخدم هذه الطريقة بشكل واسع في الأقاليم الجافة والرطبة ، وفي ظروف مناخية ساكنة. وهي تعطي استنتاجاً دقيقاً إلى حد ما لقيم الـ 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 (٣) 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 (٤) قيمة Rs 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 (٥) 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 (٦) 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 (٧) 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 (٨) قيم العامل e_s (mmHg)

وتمّ إعداد برنامج Gropwat 4 [م. 50] اعتماداً على العلاقة السابقة ،.

ويتطلب البرنامج المعلومات التالية :

- اسم البلد .
- اسم المحطة .
- إحداثيات المحطة :

أ- ارتفاع المحطة عن سطح البحر .

ب- خط الطول .

ج- خط العرض .

- وسطي درجات الحرارة العظمى .
- وسطي درجات الحرارة الصغرى .

- الرطوبة النسبية % .
- سرعة الرياح على ارتفاع (2m) عن الأرض بـ (km|day) .
- ساعات السطوع الشمسي .

بعد إدخال المعطيات المذكورة سابقاً يقوم البرنامج بإجراء العمليات الحسابية للعوامل الأخرى المتبقية من حدود المعادلة السابقة ، وبالتالي حساب الـ ET_p .

٢-٤- 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 :

٢-٤-١- علاقة (Turc): [م. 41]

انطلاقاً من الموازنة المائية (Water-Balance) للعديد من الأحواض الساكبة 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 $Rh \geq 50\ \%$

$$ETP = 0.4 \times (I_g + 50) \times \frac{t}{t+15} \qquad (1\text{-}٤)$$

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

$$ETP = 0.4 \times (I_g + 50) \times \left(\frac{t}{t+15}\right)\left(1+\frac{50-Rh}{70}\right) \qquad (٢\text{-}٤)$$

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 :

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

حيث :

I_{go} : الإشعاع الأعظمي باعتبار الجو صافياً تماماً ، ويعطى بالجدول٩ .

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 (4-1) أو (4-2) بـ ($\frac{31}{30}$) للشهر الذي مدته (31) يوم و بـ ($\frac{28}{30}$) للشهر الذي مدته (28) يوم .

خط العرض	الأشـهر											
	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 (٩) قيم الإشعاع الشمسي النظري (I_{ga}) كالوري/سم^2/يوم

خط العرض	الأشـهر											
	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 (١٠) عدد ساعات السطوع الشمسي الشهري النظرية N

٢-٥- معادلات معتمدة على درجة الحرارة :

٢-٥-١- 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 : الانفضاح التبخري الكموني ويقدر بـ (mm/month).

P : نسبة عدد ساعات السطوع الشمسي الشهرية % من الكمية السنوية الجدول ١١.

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

K: عامل المحصول التجريبي ويعطى من الجدول (١٢)

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

المحصول	منطقة رطبة	منطقة 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 (١٢) عامل المحصول لموسم السقاية بحسب بلاني – كريدل

-٢-٤-٣- 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]

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

حيث :

ETP : الانفضاج 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^{o}) .

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

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

a : قيمة تجريبية تحسب من المعادلة :

$$a = 0.675 \times \left(\frac{I}{100} \right)^{3} - 0.771 \times \left(\frac{I}{100} \right)^{2} + 1.792 \times \left(\frac{I}{100} \right) + 0.4924 \qquad (1\text{-}11\text{-}2)$$

للحصول على قيمة الـETP يجب تصحيح القيمة المحسوبة لـ ETP بأمثال يتعلق بعدد أيام الشهر وطول النهار فيها (حسب خط العرض) ، ويوجد جداول ١٣ خاصة بهذه العلاقة .

خط العرض الشمالي	الأشـهر											
	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 (١٣) عامل التصحيح على معادلة تورنتوايت K_{th}

مثال :

أرض واقعة على خط عرض ٣٦ (منطقة جافة)مزروعة بالقطن والبرسيم . احسب الاحتياج المائي الشهري والكلي 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 :

الأشـهر	العناصر

	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} ,cal/cm^2/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 ,cal/cm^2/day	400.2	502	586.7	674.6	676.6	632	528.5	384.6
ETP_1,mm/month	81.5	118.9	154.9	188.7	193.8	180.8	145.3	98.7
ETP,mm/month	81.5	118.9	170.4					98.7

كيفية الحل :

١- h_r,t,n من الأرصاد الجوية .

٢- N من الجدول (١٠) .

٣- I_{ga} من الجدول (٩) .

٤- $$I_g = I_{gA}\left(0.18 + 0.62.\frac{n}{N}\right)$$

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

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

٧- 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

الدكتور زياد الموسى المكسور

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,km/day	285	302	302	397	449	363	268	181
R_S,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,mm/day	6.54	8.27	9.72	10.97	11.05	10.5	8.78	6.46
e_S	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,mmwater/day	2.83	2.97	3.10	3.76	3.53	3.51	3.66	3.35
δN	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,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,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	**الأشـهر**							
	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							
$E_{tp,mm}$ للقطن	86.3	107.3	138.5	144.3	164.0	152.7	123.6	101.2
$E_{tp,mm}$ 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	الأشـهر											
	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 .

الدكتور زياد الموسى المكسور

المبادئ الأساسية للري

العوامل الطبيعية والعناصر العملية للسقاية

A- العناصر الاساسية لدراسة مشروع ري:

إن العنصر الأساس لدراسة مشروع ري هو قبل كل شيء تحديد احتياجات النباتات المزروعة للري ومجموع احتياجات جميع المزروعات الموجودة في المحيط المروي يعطينا الاحتياج الكلي للماء.ان هذا الاحتياج المتغير حسب المزروعات والطقس تتغير أيضاً حسب التربة (نوعها ، ميلها ،موقعها،طبوغرافيتها....)وحسب طريقة السقاية المستعملة، تعين القيم المميزة العملية للسقاية وهي:

أ- أبعاد القطع المراد سقايتها

ب- تدفق السقاية

ت- تواتر السقاية

ث- مدة السقاية

B-العوامل الطبيعية:

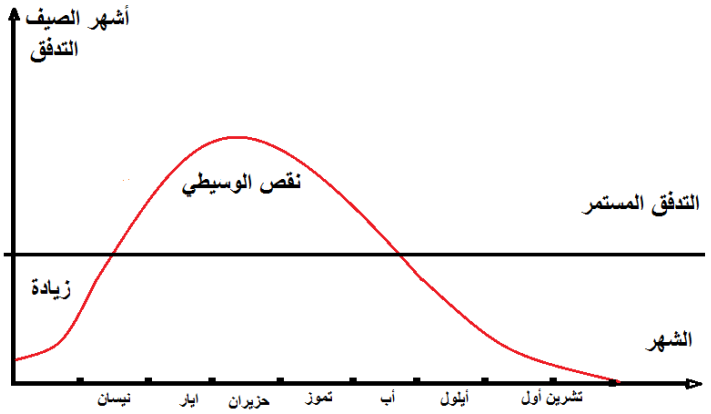
١- التدفق المميز للسقاية:

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 يسبب 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

الدكتور: زياد الموسى المكسور

الشكل يوضح ذلك :



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

حيث أن الاحتياجات اليومية الأعظمية تكون في أشهر التحاريق (الأكثر جفافاً) وهذه القيم الأعظمية هي القيم الأكثر أهمية وذلك لتصميم منشآت الري بحيث تتناسب مع التدفقات الضرورية لاحتياجات الطور الحدي (أي الموافق للقيم الأعظمية).

فإذا عبرنا عن هذه العيارات بالتدفق الوهمي المستمر الذي يجب تأمينه طوال اليوم للحصول على هذا العيار نحصل على جدول التدفقات الوهمية المستمرة(q) والتي تختلف من شهر إلى أخر من أشهر النمو ،ولكن إذا اعتبرنا من بين هذه التدفقات الوهمية المستمرة الشهرية التدفق الأعظمي أثناء الطور الجاف نحصل على التدفق المميز.

مثلاً من أجل القمح فرضنا(4mm) كاحتياج يومي أعظمي في شهر أيار أي ($40m^3/\text{ha}$) 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 بالضياعات (بالتبخر،التسرب.....)وليكن تقريباً الضياعات ٥٠% مما يجعل التدفق($0.69\ \ell/s/ha$) والذي نطرح منه كمية الماء الهاطله خلال الطور المعتبر فإذا كانت الأمطار نادرة أو ضعيفة

فأن التدفق المميز يحافظ على القيمة المحسوبة سابقاً ،ويسمى التدفق المميز أحياناً بالمقنن المائي.

٢-عيار السقاية:

أ- دور التربة كحوض تخزين:

نعلم أن النباتات تستهلك الماء بصورة مستمرة بينما تهطل الأمطار بشكل متقطع سواء في المناطق الجافة أو في المناطق الممطرة فإذا استطاعت النباتات أن تتغذى بشكل منتظم وتتابع نموها الطبيعي، رغم الهطول الغير منتظم للماء ،فأن الفضل يعود للتربة التي تلعب دور حوض تخزيني تأخذ منه النباتات الماء حسب احتياجاتها، ولكن هذا الحوض يتفرغ إذا دام الجفاف مدة طويلة يصل إلى حد لا يمكن بعده النبتة امتصاص الرطوبة الضئيلة الباقية إن القيمة الأعظمية للرطوبة الموجودة في التربة تحت تصرف النبات تساوي الفرق بين حد الاستيعاب (سعة الاحتفاظ) وحد الذيول (نقطة الذيول) ،فمثلاً من أجل تربة تتصف بالقيم التالية:

$h_{vr} = 0.32$ و $h_{vs} = 0.17$

تكون كمية الماء الموضوعة 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 الفصة، قيست حيوية الجذور بالنسبة المئوية للحيوية الإجمالية في طبقات متتالية عمقها 30cm فأعطت النتائج التالية:

العمق	0		0.30		0.60		0.9		1.20		1.50		1.80
حيوية الجذور%		47		15		15		12		8		3	

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

$$Dm=10000*0.6*0.150=900m3/ha$$

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

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

اذاً القيمة Dm العيار الأعظمي كما حسبناها كحد أعظمي لكمية الماء التي يجب إعطاءها 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 للجذر*

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

H_{VF}: حد الذيول

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

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

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

- كذلك يجب أن لا يتجاوز العيار الحقيقي العيار العملي:

$$D_r \leq DP \qquad (١)$$

مع بقائه قريباً جداً منه

- من ناحية ثانية يحسب العيار الحقيقي بالمعادلة

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

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 (١) محققة .

C–الشروط العملية للسقاية وهي :

تعاريف:

أولاً: توزيع السقايات (المدة بين السقايات) T.

ثانياً: التدفق الذي يجب استعماله عملياً لسقاية كل قطعة، التدفق الذي يسمى عادة (المعامل) أو اليد المائية m

ثالثاً:مساحة القطعة التي تتلقى على التوالي السقاية ، أو سطح الوحدة القطعية S.

رابعاً:مدة السقاية لكل قطعة t.

ولنعرف الآن مختلف الطرق المستعملة لسكب الماء على التربة

الدكتور زياد الموسى المكسور

أولاً: الانسياب:

ينساب الماء، الموزع بواسطة ساقية موجودة على الطرف العلوي للقطعة،على التربة بشكل منتظم .

ثانياً:الغمر:

تغمر القطع بالماء لمدة كافية لتسرب الكمية الضروري للماء في التربة

ثالثاً: الرشح : يجري الماء في أخاديد ويتسرب إلى التربة بالرشح خلال السطوح المبلولة للأخاديد

رابعاً: الرش:

يصل الماء إلى التربة بشكل مطر منظم قدر الإمكان بواسطة أجهزة خاصة تسمى المرشات تعتمد الدراسة التالية على طريقة السقاية بالانسياب تعالج الحالات الأخرى بعد ذلك بإدخال التعديلات اللازمة.

٢- تباعد السقايات T

بعد تعين العيار العملي للسقاية DP لهكتار المزروع فإن عدد السقايات التي يجب إعطاؤه إياها خلال كل شهر من أشهر النمو لتأمين احتياجات النباتات تعطى بالعلاقة:

$$N = G/DP$$

N : عدد السقايات في الشهر T : الفترات بين السقايات

شهر واحد = N.T

كما تعطى المدة (T) بين السقايات بالعلاقة:

$$T = \frac{10000\ D_P}{q}$$

D_P: العيار ب m3/ha

q : التدفق الوهمي المستمر ب l/sec/ha

T: الزمن بالثواني

لكن العلاقة $N = \frac{G}{DP}$ في كثير من الأحيان لا تعطي عدد صحيحاً فنأخذ قيمة عملية لـ N العدد الصحيح الأكبر مباشر من قيمة $\frac{G}{DP}$. وبما أن ذلك يؤدي إلى إعطاء كمية أكبر من الماء فيما لو حافظنا على قيمة D_P ،لذلك نلجأ إلى تنقيص عيار كل سقاية وتعين ما سميناه بالعيار الحقيقي D_r.

أن تغير G مع الأشهر يؤدي إلى تغير الجداء $G= N. D_r$ ،أي لتحقيق هذه العلاقة يجب أما تغير D_r أو N أو كليهما.

٣- التدفق العملي للسقاية المعامل (m) :

بعد تحديد عيار السقاية والذي قد يصل إلى $1500m^3/ha$ تبدو مسألة سكب هذا العيار دفعة واحدة بمنتهى الصعوبة هنا لابد من أن نبحث عن حل عملي أي تأمين تدفق فعال سهل الاستعمال (فكرة اليد المائية ، أي يمكن لشخص واحد أن يتصرف به) بهذا التدفق وخلال مدة معقولة يمكن لشخص أن يروي الأرض.

يسمى هذا التدفق بمعامل السقاية و واحدته $\ell/\sec$, m^3/sec تتعلق قيمة m بطريقة السقاية ، فهو صغير للري بالرش وكبير للري بالغمر ، أيضاً بالوضع الطبوغرافي فتصغر قيمته كلما كانت الأرض مسواة . أما نفوذية التربة فتلعب دوراً كبيراً بقيمة المعامل m يجب أن يكون كبيراً إن كانت التربة نفوذه وذلك خشية أن يتسرب كامل حجم الماء في بداية القطعة المروية. القيم العملية له عادة بين $20 - 40\ell/sec$ وقد تصل أحيانا إلى $100\ell/sec$ ولكن يختلف الأمر في حالة الري بالرش إذا يكفي أن تكون كثافة الرش S المعينة بأجهزة الرش أصغر أو تساوي سرعة تسرب الماء في التربة أي

$$S \leq K$$

عملياً تتغير S حسب الأجهزة ، بين (2) إلى (20) mm/hour أي بين 0.5×10^{-6} إلى 10^{-6} m/sec ×5 إذن تحقق الشرط السابق بدون صعوبة ، ماعدا في التربة الغير قابلة للنفوذ ، ويكون المعامل المختار في هذه الطريقة صغيراً ويتراوح بين ٢,٥ إلى 20 L/sec .

٤-الوحدة القطعية للسقاية (a) :

هي بالتعريف مساحة القطعة المروية بتدفق قيمته m وبحيث يحصل توازن بين قابلية نفوذ التربة وذاك التدفق المتسرب في تلك القطعة وعليه نكتب :

$$a.k=m \quad \Rightarrow \quad a=\frac{m}{k} \qquad (1)$$

وإذا كان التدفق المستمر الوسطي للهكتار خلال شهر معتبراً التدفق هو q فيمكن بالمعامل m سقاية سطح مساحته :

$$Am=\frac{m}{q}$$

توزع هذه المساحة إلى وحدات قطعية عددها n معطى بالمعادلة :

$$n=\frac{Am}{a}$$

حالات خاصة :

١ – الري بالرش :

في حالة الرش لا تؤثر قابلية نفوذ التربة على الشروط العملية للسقاية باعتبار تطبيق الشرط $\delta < K$ الذي يسهل تحقيقه فنفرض مساحة الوحدة القطعية للسقاية "a" بأجهزة الرش وتساوي إلى المساحة المسقية فعلاً بجهاز أو مجموعة أجهزة تعمل في وقت واحد .

$$a" = \frac{m}{\delta}$$

وتكون هذه المساحة قيمة مميزة للجهاز وتعطى من قبل مصمم الجهاز.

٢ – الري بالرشح :

العلاقة الأساسية $a=\frac{m}{k}$

تكون صحيحة عندما يتلقى سطح القطعة بكامل الماء وهذه هي حالة الري بالانسياب وكل وحدة قطعية تشكل مسطبة السقاية بينما في حالة الرشح فإن الماء يتسرب من جدران أخاديد تمثل جزءاً $\frac{1}{c}$

الدكتور زياد الموسى المكسور

من سطح القطعة واختيار المسافة بين هذه الأخاديد وعرضها يعين بالتجربة ، في هذه الحالة لا تمثل القيمة $\frac{m}{k}$ سوى سطح التسرب a للأخاديد وسطح القطعة يكون : $a`=C*s$

مما يعود إلى تكبير الوحدات القطعية بالقيمة c بالنسبة لطريقة المساطب .

٥- مدة السقاية :

أ) التعبير عن المدة : إن تحديد مدة السقاية يتعلق بحجم الماء الواجب تقديمه على شكل طبقة مائية ، وبعامل النفوذ و كذلك بالتدفق المائي المتاح للسقاي و بمساحة القطعة المروية و بطريقة الري المتبعة ، و بشكل عام تعطى مدة السقاية بالعلاقة التالية: $t = \frac{dr}{k}$

dr =عيار السقاية كارتفاع طبقة مائية: ، k =عامل نفوذية التربة

يمكن البرهان بسهولة على ان السطح a تلقى خلال المدة t الكمية الضرورية من الماء في الحقيقة أعطينا الحجم mt من الماء الموافق لارتفاع :

$$h = \frac{m.t}{a} = \frac{m\frac{dr}{k}}{m/k} = m\frac{dr}{k}.\frac{k}{m} = dr$$

ومنه العلاقة $h = \frac{m.t}{a} = dr \rightarrow \frac{m.t}{a} = dr \rightarrow t = dr\frac{a}{m}$

ب) حالة السقاية بالأخاديد

تصبح العلاقة السابقة $t`=dr`\frac{a}{m}$ في هذه الحالة وتعطى مدة زمنية c مرة أطول ، وهذا شيء طبيعي إذ أن سطح القطعة c مرة أكبر ، يمكن كتابة هذه العلاقة بالشكل

$$t' = c.\frac{dr}{k}$$

ج)**حالة السقاية بالرش**: تصبح العلاقة في هذه الحالة:

$$t'' = \frac{dr}{\delta}$$

لان الماء يتسرب في التربة بسرعة تساوي إلى كثافة الرش.

د)المدة العملية لسقاية هكتار واحد بالمعامل m :

تساوي للمدة اللازمة لسكب العيار Dr بتدفق يساوي المعامل m :

$$\theta = Dr/m$$

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

$Dp = 800\ m^3/ha \rightarrow$ dp =80mm=0.8m

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

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

أوجد القيم المميزة العملية للسقاية أي في حالة الري بالانسياب و كذلك بالأخاديد 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 بالانسياب

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

هذا يعطي العيار الحقيقي لعيار السقاية حيث

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

٢- اختيار معامل السقاية /m/ اليد المائية:

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

Q=200x0.6=120l/s

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

أي m=40l/s

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

٤- **السطح المروي بالمعامل** $\mathrm{am} = \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{q}} = \frac{40}{0.6} = 67\mathrm{m}$

٥- **عدد الوحدات القطعية المروية بالمعامل** $\mathrm{n} = \frac{\mathrm{am}}{\mathrm{a}} = \frac{67}{0.04}$=١٦٧٥

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 =3x40=120 l/sec وقيادة ثلاث ورشات سقاية بنفس الوقت .

٢'' – مدة السقاية : كل وحدة قطعية يجب أن تتلقى الماء خلال مدة من الزمن

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

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

سقاية الهكتار الواحد يدوم مدة تساوي : Θ=Dr/m =780/0.04=19500 sec

أي ٥ ساعات و ٢٥ دقيقة

ثانياً : في حالة السقاية بالأخاديد:

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

١ً – تباعد السقايات يبقى كان عليه في الري بالانسياب

٢ً– مساحة الوحدة القطعية التي حسبناها في الري بالانسياب أي $400\mathrm{m}^2$ لا تعادل هنا سوى مساحة الأخاديد فإذا أثبتت التجربة أن أخاديد متوازية بعرض 0.3.m و البعد بين محوري

أخدودين يساوي 1.5m تسمح بترطيب منتظم للأرض يكون لدينا C= $\frac{a'}{a} = \frac{1.5}{0.3} = 5$
فسطح الوحدة القطعية هنا يساوي

$a' = c.a = 5^{x}400 = 2000m^2$

٣- السطح المروي بالمعامل نفس المساحة المحسوبة في الري بالانسياب

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

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

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

٤- سقاية الهكتار الواحد تدوم نفس المدة المحسوبة بالنسبة للري بالانسياب

ثالثاً : في حالة الري بالرش:

لنفرض أن المزرعة يجب أن تروى بطريقة الرش مع المعطيات الآتية

١- التدفق المعطى لمجموعة الأجهزة (العامل) m=8l/s

٢- كثافة السقاية لأجهزة الري تساوي S=8mm/hour

الحل: ١ً - نتحقق أن S أصغر من K

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

٢ً - المساحة $a'' = \frac{m}{s} = \frac{8 \times 10^{-3}}{2.22 \times 10^{-6}} = 3600m^2$

٣ً - مدة السقاية في كل محطة لمجموعة أجهزة تساوي :

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

أي تسع ساعات و 45دقيقة

الدكتور زياد الموسى المكسور

مسألة:

أرض زراعية مساحتها 1000ha الدورة الزراعية لها مستديمة (زراعة صيفية + زراعة شتوية) بالنسبة للزراعة الصيفية ٥٠% فصه و ٢٥% ذرة صفراء و ٢٥% (بعل) من ٥/١ حتى ١١/١

والزراعة الشتوية ٢٥% برسيم وشعير - ٧٥% شوفان

الظروف المناخية: خط عرض المنطقة ٣٦ ودرجات الحرارة الوسطية خلال مختلف الأشهر تعطى بالجدول التالي:

الشهر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
tc°	٦	٨	١١,٥	١٦,٥	٢٢	٢٧,٣	٢٩,٣	٢٩,٣	٢٥	١٩,٥	١٢,٥	٨

كما تمت دراسة خصائص التربة فوجد الوزن النوعي الحقيقي للتربة $\omega=2.6gr/Cm^3$ والوزن النوعي الظاهري $\acute{\omega}=1.4gr/Cm^3$ 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:

١- تعيين قيم الإنفضاج 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	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
n/N	٠,٥	٠,٥٥	٠,٦	٠,٧	٠,٨	٠,٩٢	٠,٩٨	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
جـ- حساب النسبة المئوية للرطوبة وزناً وحجماً عند حد الذبول
د- حساب عيار السقاية الأعظمي Dm باعتبار العمق المفيد للجزور h=0.85m
هـ- حساب عيار السقاية العملي Dp والعيار الحقيقي Dr لكل شهر من أشهر السقاية بالاستفادة من حسابات طريقة تورك للاحتياجات المائية.

الدكتور زياد الموسى الدكسور