

## الاحتياجات المائية للمحاصيل

يعرف الاحتياج المائي بأنه كمية الماء التي يحتاجها محصول ما لمقابلة احتياجات التبخر والتنح طوال فترة نموه بحيث لا يكون نمو النبات محدد بنقص الماء .

ويعبر عن الاحتياج المائي للنبات بمقدار التبخر - نتح **Evapotranspiration** حيث يعبر عن كمية الماء التي تستهلك أو تفقد بواسطة النبات عن طريق النتح من ثغور وأنسجة النبات **Transpiration** كمية الماء المفقودة سطح التربة (E) **Evaporation** ولصعوبة الفصل بين التبخر والتنح تحت الظروف الحقلية يستخدم اصطلاح التبخر - نتح **Consumptive use** اي ذلك القدر من الماء الذي تمتصه جذور النباتات ويستهلك في بناء أنسجتها وتمر خلال أوراقها إلى الجو الخارجي بالإضافة إلى المستنفد من سطح الأرض ويتأثر الاستهلاك المائي للمحاصيل بالعوامل المناخية المؤثرة على التبخر والتنح وهي:-

1. درجة الحرارة حيث يزيد معدل التبخر بارتفاع درجة الحرارة .
2. الرطوبة النسبية حيث يزداد معدل التبخر والتنح كلما قلت الرطوبة النسبية بالجو المحيط بالنبات.
3. طول اليوم النهاري حيث أن معظم الماء المستهلك بالتبخر والتنح يكون أثناء النهار وهو مرتبط بعدد ساعات سطوع الشمس .
4. سرعة الرياح كلما زادت سرعة الرياح أدى ذلك إلى زيادة فقدان الماء بالتبخر والتنح .

كما يتأثر الاستهلاك المائي بالعوامل الخاصة بالمحصول حيث يتوقف الاستهلاك المائي على حسب نوع المحصول نفسه كما انه في المحصول الواحد يختلف معدل استهلاكه للمياه حسب أطوار نموه فيزداد معدل استهلاكه تدريجياً حتى يبلغ أقصاه أثناء طور النمو الخضرى وفترة التزهر ثم يقل بعد ذلك ليصبح أقل ما يمكن في طور النضج . كما انه يختلف حسب طول أو قصر موسم نموه وطبيعة النمو كالطول ومساحة الشكل الأوراق .

### طرق تقدير الاستهلاك المائي :

نقسم طرق تقدير الاستهلاك المائي إلى :

1. الطرق العملية لتقدير الاستهلاك المائي:  
أ- طريقة الليسميرات:

وفيها تزرع النباتات في براميل أو أحواض من الحديد أو الأسمدة ذات مواصفات معينة توضع في الحقل تحت ظروف طبيعية وتملاً بالأرض المأخوذة من الحقل المراد تقدير الاستهلاك المائي قيمته بنسبة وسط

نباتات هذا المحصول والحوض متسع لضمان انتشار المجموع الجذرى فيه وحسن الصرف ليشأبه حالة النمو في الحقل تماماً .

ويعتمد تقدير الاستهلاك المائي باستخدام الایزمیتر على الطرق الآتية :

**1- الطريقة الأولى:** رفع رطوبة التربة للسعة الحقلية بصورة متتالية كلما وصلت الرطوبة الأرضية بها إلى ما قبل نقطة الذبول وحساب الكمية المضافة لها خلال الموسم .

**2- الطريقة الثانية:** تعتمد على وضع البراميل أو الأحواض فوق ميزان يعمل بطريقة أتوماتيكية على أن تعيش نسبة فقد في الرطوبة عن طريق الاستهلاك المائي بالإضافة الماء إليها اعتماداً على فرق الوزن للوعاء .

#### **ب- استعمال أوعية التبخر Evaporation Pans**

نظراً لأن كلا من عمليات التبخر من السطوح المائية والتبخر نتج من سطوح التربة والنباتات تتحدد أساساً بالظروف الجوية السائدة فقد استخدمت أوعية ذات أبعاد معينة لتقدير معدلات الاستهلاك المائي على أساس أن هناك علاقة تربط بينها وبين التبخر من هذه الأوعية 0 ويعبر عن هذه العلاقة رياضياً بالمعادلة :

$$C.U = K Ea$$

حيث  $K$  معامل ثابت يعتمد على نوع النبات وموسم النمو والظروف الجوية  
 $Ea$  كمية التبخر من سطح الماء الحر

وعادة تكون  $K$  أقل من الواحد الصحيح حيث أن التبخر من سطح الماء الحر بالنسبة لوحدة المساحات يكون أكبر من التبخر من سطح التربة أو من سطوح النباتات . وقد استعملت أنواع كثيرة من أوعية التبخر ولكن أكثرها انتشاراً تلك التي اقترحت بواسطة مكتب الأرصاد الجوية الأمريكي بقطر 4 أقدام وعمق 10 بوصات بحيث يكون ارتفاعها عن سطح الأرض 6 انجات وبعد سطح الماء عن حافة الوعاء 2 نج.

#### **ج- طريقة تقدير الرطوبة الأرضية: المحتوى الرطوبى للتربة:**

تعتبر السعة الحقلية ومعامل الذبول الدائم من أهم الثوابت المائية التي تعبّر عن الخواص المائية لجهد الماء الأرضي ولها علاقة معنوية بنمو النبات و يجب تقديرها .

**السعة الحقلية** تعرف السعة الحقلية بأنها النسبة المئوية للرطوبة الأرضية التي تحفظ بها الأرض ضد الجاذبية الأرضية وعندما تقل حركة الماء لا سفل إلى مدى محسوس ويصبح المحتوى الرطوبي في حالة ثبات نسبي وهذا يحدث عادة بعد 1-3 أيام من الري أو سقوط المطر على أراضي مسامية عميقه ذات قوام متجانس . وتخالف الرطوبة الأرضية عند السعة الحقلية باختلاف قوام التربة وطبيعتها وللوصول إلى السعة الحقلية في الأراضي قطاعها عميق تحتاج إلى وقت اطول كما أن عمق الطبقات المشبعة في القطاع تؤثر في الوقت اللازم للوصول إلى السعة الحقلية وكلما زادت الطبقات المشبعة عند السطح كلما كانت ابطأ في الوصول إلى السعة الحقلية مقارنة بقطاع آخر به طبقة واحدة و يؤثر عدم التجانس في المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية .

وعلى هذا فإن السعة الحقلية تتوقف على الظروف أثناء القياس كما أن لها علاقة بخواص التربة نفسها . وتقدر السعة الحقلية بإضافة ماء إلى التربة حتى يحدث تجمع للماء على السطح ثم يسمح لها بالصرف لمدة 1-3 أيام حسب نوع التربة مع منع التبخر من السطح ثم تؤخذ عينات التربة بواسطة الأجر ويقدر محتواها الرطوبي ( اي مخزون التربة من الماء ) وهذه الطريقة تكون ذات قيمة معنوية في حالة الأرضي الرملية الخشنة اكبر منه في الأرضي الناعمة لأن الفراغات الكبيرة في القوام الخشن تسمح بنفاذية الماء بسرعة ويكون هناك تحولاً سريعاً من الرطوبة إلى الجفاف في حالة القوام الخشن عنه في القوام الناعم . وتجري التقديرات العملية للسعة الحقلية بواسطة استخدام أجهزة أغشية الضغط وهي تماثل الظروف الحقلية تقريباً . ويتراوح الشد الرطوبي عند السعة الحقلية للأراضي المختلفة بين 0.1-0.7 ضغط جوي و يؤخذ كمتوسط تقريبي عند حوالي 0.33 ضغط جوي .

وترجع أهمية تقدير السعة الحقلية إلى أنها تمثل الحد الأعلى لمخزون الماء الأرضي الميسراً لاستخدام النبات .

**الذبول الدائم:** يعبر عن الحد الأدنى لمخزون الماء الأرضي بالنسبة لصالحيته للنبات وعند هذه النسبة من الرطوبة الأرضية لا يمكن للنبات أن يستخلص المياه اللازمة لعملياته الحيوية كالنمو والفتح بسبب الشد العالي الذي تمسك به المياه حول حبيبات ويعبر عن تقدير البناء الأرضي بالطرق المباشرة بدلاً من الكثافة الظاهرة للتربة ونسبة المسامية الكلية في التربة .

ويجدر الإشارة إلى أن هناك ما يعرف بالذبول الظاهري للنبات ويرجع هذا الذبول إلى عجز النظام المائي في النبات على مواجهة التبخر قبل حدوث الذبول الدائم . وبمعنى ابسط يكون معدل التبخر أعلى من معدل امتصاص الماء من التربة للنبات . وترجع هذه الظاهرة للذبول الغير دائم إلى الظروف الجوية وكثافة الجذور والحجم الذي تشغله والحاله الاسموزية في النبات لها تأثير مباشر على ذبول النبات

**الكثافة الظاهرية للترية:** وهى عبارة عن كثافة الأرض بما فيها من فراغات بينيه وهى عبارة عن الوزن الجاف لحجم من الأرض بحالتها الطبيعية (غير مثارة) وتتراوح الكثافة الظاهرية فيما بين 1.1-1.5 جم/سم<sup>3</sup> فى الأراضي الناعمة القوام والمتوسطة فى حين أنها تصل إلى 1.3-1.7 فى الأراضي الرملية .

ويجدر الإشارة إلى أن للأرض كثافة حقيقية مطلقة للحببات نفسها بدون الفراغات البينية وتحخذ قيمتها المتوسطة  $2.65 \text{ غ}/\text{سم}^2$  فى الأرض الطبيعية الغير محتوية على نسبة عالية من المادة العضوية .

$$\text{أ - المسامية الكلية } (\%) = \frac{\text{الكثافة الحقيقة} - \text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقة}} \times 100$$

وترتبط قيم الكثافة الظاهرية والمسامية الكلية بالعلاقات الخاصة بالرى .

**الماء الميسراو الجاهز:** يعرف الماء الميسر فى التربة بأنه كمية الرطوبة التى يمكن حفظها بواسطة حبيبات التربة ويعبر عنه أيضاً بأنه تلك الكمية من الرطوبة الأرضية المحصورة بين السعة الحقلية ومعامل الذبول ويقدر الماء الميسر عملياً بمعرفة النسبة المئوية للرطوبة الأرضية لترية ما . ونقطة الذبول الدائم وكذلك تقدر الكثافة الظاهرية وبمعرفه عمق المجموع الجذرى للنبات يمكن تطبيق

المعادلة الآتية :

$$\text{الماء الميسراو(الجاهز)} = \left( \frac{\text{الفرق بين النسبة المئوية للرطوبة عند السعة الحقلية ومعامل الذبول}}{\text{الكثافة الظاهرية}} \right) \times \left( \text{عمق قطاع التربة بمنطقة انتشار الجذور} \right)$$

ومن الناحية العملية عند الرى لا تترك المحتوى الرطوبى فى التربة يقترب إلى نقطة الذبول الدائم للترية حيث أن جذور النبات تبذل جهداً مضاعفاً لاستخدام مثل هذا الماء ولذلك اصطلاح على تقدير نسبة تساوى ما بين 50-70% من الماء الميسرا لكون المدى الذى تحمله النباتات و يمكنها الحصول عليه بسهولة و يسمى هذا الجزء الأخير بالماء سريع التيسير وبذلك تضمن أن نمو النباتات لا تتأثر بتنازع الماء مع حبيبات التربة عند الاقتراب من نقطة الذبول .

تعتبر الأرضي الناعمة القوام ذات مدى واسع للماء الميسر بين السعة الحقلية ومعامل الذبول وذلك على العكس من الأرضي الرملية الخشنة القوام . ويوضح الجدول رقم (1) المحتوى الرطوبى للأراضي مختلفة القوام عند السعة الحقلية ونقطة الذبول وكذلك الماء الميسرا

**جدول (1) المحتوى الرطوبى لأراضى مختلفة القوم ( % حجم )**

نوع التربة	السعه الحقلية % حجم	نقطة الذبول الدائمة حجما %	الماء الميسر % حجم
طينية	42	21	11
طينية	40	25	15
طينية	38	20	8
طينية غرينية	37	23	14
طينية غرينية	36	17	19
مزيجة طينيه	25	20	5
مزيجة طينيه	23	12	10
مزيجة طينيه	20	10	10
مزيجة طينيه غرينية	23	15	8
مزيجة	29	8	21
مزيجة	21	9	12
مزيجة غرينية	22	10	22
مزيجة غرينية	28	11	17
مزيجة غرينية	27	8	19
مزيجة غرينية	26	4	22
مزيجة غرينية	25	8	17
مزيجة غرينية	15	6	9
مزيجة رمليه	20	4	16
مزيجة رمليه	15	6	9
مزيجة رمليه	11	5	6
مزيجة رمليه	7	3	4
مزيجة رمليه خشنه	7	4	3

ويتضح من الجدول أن الترب متوسطة القوم هي أكثر أنواع الترب احتفاظاً للماء الميسر .

ويجب دراسة الماء الميسر بحذر حيث يتوقف ذلك على متغيرات كثيرة فنجد أن عمق انتشار الجذور في القطاع يمكن أن يتغلب على صغر الماء الميسر في أحد الأفاق في القطاع وعلى العكس من ذلك فإن الانتشار المحدود للجذور والمصحوب بمدى ضيق للماء الميسر يمكن أن ينتج عنه أثار واضحة على النبات عند عدم كفاية إمداد الماء بالرى خاصة في المناخ الصيفي التي تلزم لمجرد بقاء النبات على قيد الحياة .

### قياس المحتوى الرطوبى للتربة :

هناك طرق مباشرة وغير مباشرة لقياس الرطوبة الأرضية بطرق مختلفة للتعبير عنها كمياً وعادة يعبر عن الرطوبة الأرضية كنسبة بالحجم حيث أنها النسبة بين كتلة الماء الموجود في عينه التربة إلى كتلة التربة الجافة تماماً أو كنسبة حجميه أي نسبة حجم الماء الموجود في العينة إلى الحجم الكلى لعينه التربة هذه النسب عادة تضرب في 100 ويعبر عنها كنسبة مؤوية بالوزن أو الحجم وفيما يلى وصف مختصر لبعض طرق التقدير .

#### 1- طريقة التجفيف لعينات التربة:

هذه الطريقة التقليدية يتم فيها اخذ عينه من التربة على عمق معين بواسطة الأوامر وتقدر وزنها الرطب وزنها الجاف والوزن الجاف يتم بعد تجفيف العينة في فرن تجفيف على درجة حرارة  $105^{\circ}\text{C}$  حتى يثبت وزنها وفي هذه الطريقة يتم تقدير نسبة الرطوبة الأرضية بتقدير النسبة بين الوزن المفقود في التجفيف إلى الوزن الرطب للعينه .

وزمن التجفيف المطلوب يعتمد على قوام التربة ورطوبة العينة وحجم العينة وعادة فإن زمن التجفيف عادة يكون 24 ساعة تعتبر كافية . ويمكن حساب المحتوى الرطوبى من المعادلة الآتية

$$\text{المحتوى الرطوبى للعينه بالوزن } (\%) = \frac{\text{الفرق بين وزن العينة رطبة ووزن العينة بعد التجفيف}}{\text{وزن العينة جافة}} \times 100$$

وفي بعض الحالات يكون من المرغوب التعبير عن المحتوى الرطوبى للتربة كنسبة من حجم التربة أى أن النسبة بين حجم الماء الأرضى إلى حجم التربة الكلى ويمكن الحصول عليه بضرب النسبة المؤوية

للرطوبة الأرضية بالوزن من وزن التربة الجاف فى النسبة بين كثافة الظاهرية للتربة إلى كثافة الماء وعليه يحسب المحتوى الرطوبى بالمعادلة الآتية :

$$\text{المحتوى الرطوبى \% حجم} =$$

$$\frac{\text{المحتوى الرطوبى للعينه بالوزن (\%)} \times \text{الكثافة الظاهرية للتربة}}{\text{كثافة الماء}}$$

وهذه الطريقة قد تعطى نتائج خاطئة حيث أن بعض أنواع معادن الطين تظل محتفظة بجزء من الماء الممتص بعد تعرضها لدرجة حرارة 105° وعلى الجانب الآخر المادة العضوية الممكّن ان تتحلل عند درجة حرارة 105° لذلك فإن الماء المفقود من الممكّن أن لا يكون راجع إلى فقد المياه الموجود بالعينة.

## 2- طريقة النيترونات المنتشرة ( المحس النيوترونى ) :

تستخدم هذه الطريقة لتقدير الرطوبة الأرضية في الحقل وعلى الأعمق المطلوبة وهذه الطريقة تسمح بالتقدير السريع للرطوبة الأرضية في الحقل والجهاز المستخدم يعرف باسم ( النيوترون بروب ) وتعتمد فكرة التقدير على أن تصدر الأجهزة إشعاعاً معيناً يعطى فكرة عن كمية الرطوبة الأرضية في التربة فمثلاً تعمل أجهزة المحس النيوترونى بنظرية أن جزءاً الإيدروجين له القدرة على تخفيض سرعة النيوترونات وتوزيعها على مساحة أكبر وتقدر تدريجياً بعض من طاقاتها الحركية فيعمل هذا الجهاز على إصدار نيوترونات تحت قوة عالية من مصدر مشع . مثل الكاديوم ولما كان لجزء الإيدروجين تقريراً نفس حجم وزن النيوترون فأن هذا الجزء يكون له القدرة على تسخين النيوترونات وحبسها لذلك فأن العلاقة بين حجم هذه العملية ونسبة الرطوبة في التربة يتوقف على عدد جزيئات الإيدروجين وبالتالي كمية المياه بها ويمكن عمل منحنيات معايرة يتم عن طريقها تحديد نسبة الرطوبة الأرضية المقابلة لكل حجم عملية التسخين وحبس النيوترونات وهذه الطريقة لها عيوب أهمها ارتفاع ثمن أجهزة القياس والحاجة إلى أفراد مدربين لتشغيلها وتحليل نتائجها كذلك فإن هناك خطر التعرض للأشعة الذي قد يؤثر صحياً على الراصدين

ومع ذلك إذا استخدمت هذه الأجهزة بطريقة سليمة من الممكّن أن تعطى نتائج جيدة خصوصاً إذا تمت معايرة الأجهزة لكل موقع من الواقع التي تستخدم فيها

## 2-3 طريقة النيترونات المنتشرة ( المحس النيوترونى ) :

وتستخدم هذه الطريقة لتقدير الرطوبة الأرضية في الحقل وعلى الأعمق المطلوبة وهذه الطريقة تسمح بالتقدير السريع للرطوبة الأرضية في الحقل والجهاز المستخدم يعرف باسم ( النيوترون بروب ) وتعتمد فكرة التقدير على أن تصدر الأجهزة إشعاعاً معيناً يعطى فكرة عن كمية الرطوبة الأرضية في

التربة فمثلاً تعمل أجهزة المحسس النيوترونى بنظرية أن جزءاً الإيدروجين له القدرة على تخفيض سرعة النيوتونات وتوزيعها على مساحة أكبر وفقد تدريجياً بعض من طاقاتها الحركية فيعمل هذا الجهاز على إصدار بنوترونات تحت قوة عالية من مصدر مشع . مثل الكاديوم ولما كان لجزء الهيدروجين تقريبا نفس حجم وزن النيوترون فأن هذا الجزء يكون له القدرة على تسخين النيوتونات وحبسها لذلك فأن العلاقة بين حجم هذه العملية ونسبة الرطوبة في التربة يتوقف على عدد جزيئات الهيدروجين وبالتالي كمية المياه بها ويمكن عمل منحنيات معايرة يتم عن طريقها تحديد نسبة الرطوبة الأرضية المقابلة لكل حجم عملية التسخين وحبس النيوتونات وهذه الطريقة لها عيوب أهمها ارتفاع ثمن أجهزة القياس وال الحاجة إلى أفراد مدربين لتشغيلها وتحليل نتائجها كذلك فان هناك خطر التعرض للأشعاع الذي قد يؤثر صحياً على الراصدين

ومع ذلك اذا استخدمت هذه الأجهزة بطريقة سليمة من الممكن أن تعطى نتائج جيدة خصوصاً اذا تمت معايرة الأجهزة لكل موقع من الواقع التي تستخدم فيها .

### 3- طريقة الشد الرطوبى " باستخدام التنشيوميتр " :

يتكون من جزء مخروطى سفى مسامي من مادة السيراميك متصل اتصال وثيق من خلال أنبوبة وكل النظام مملأة بالماء وتوضع في التربة على العمق المراد قياس الشد الرطوبى . تعتمد فكرة التنشيوميتر في تقدير المحتوى الرطوبى في التربة على إيجاد اتزان الشد الممسوك به الماء إلى حبيبات التربة والضغط السالب للماء داخله بمعنى انه اذا امتلاء الجهاز بالماء سيتحرك بالطبع من الجهاز إلى التربة حيث الشد الأكبر للمياه وعلى هذا يترك مكانه فراغاً جزئياً يسجله الجهاز كضغط سالب ويزداد هذا الضغط السالب الناتج عن التفريغ الجزئي كلما زاد الفقد من ماء التربة إلى أن يصل إلى حوالي 0.8 ضغط جوى . وعندئذ يفقد الجهاز دفته وحساسيته حيث أن الهواء الموجود في التربة سوف يمر من مسام الوعاء المخروطي ولذلك فان استعمال التنشيوميتر يكون محدوداً بمحاجل من الضغط مما يحدد صلاحيته في الأراضي الطينية لمدى غير كبير من الماء الميسر ولكنه في نفس الوقت يكون صالحاً جداً في الأراضي الرملية والخفيفة حيث أن معظم الماء الممكن الحصول عليه بواسطة النباتات النامية بها يكون في حدود فروق الضغط الممكن قياسها .

واذا تصورنا وضع الجهاز في ارض تقترب من التسبيع فان الجهاز لن يسجل إلا فرقاً بسيطاً حيث الماء بالترية يكون قريباً من الحالة المارة ويزيد الفرق في الضغط باستمرار فقد التربة لمائها نتيجة للصرف والتبخّر واستهلاك النبات . وبالطبع يمكن معايرة ذلك لنوع أراضي معين حيث يقدر المحتوى الرطوبى لهذه التربة عند كل قراءة على الجهاز وذلك لإيجاد منحنى الشد الرطوبى لهذه التربة كما يسترشد بقراءات الجهاز في تقدير حاجة النبات للرى .

وهناك شروطًا أساسية يجب أن تراعى عند استعمال وجهاز التنشيوميتر أهمها أن يكون الاتصال بين الوعاء المخروطى للجهاز وحببيات التربة في العمق المطلوب وثيقاً دون وجود فجوات أو فراغات بينها .

### الطرق التقديرية لحساب الاستهلاك المائي:

من المعروف أن العوامل المؤثرة على التبخر - نتح محسورة في العوامل المناخية بالإضافة إلى نوع المحصول وخصائص نموه وبعض العوامل الأخرى الخاصة بنوع التربة وظروف الماء الأرضي والتسميد ومقدار الإصابة بالأمراض ونظام الزراعة والري المتبعة .

وبسبب صعوبة الحصول على قياسات دقيقة مباشرة من الحقل لمقدار التبخر - نتح فقد أخذت العوامل الجوية كدليل لمقدار التبخر نتح الممكن حدوثه تحت ظروف مناخية معينة .

وعرفت قيمة التبخر - نتح القياس ( $ET_0$ ) بمعدل التبخر نتح الحادث من سطح متند من غطاء العشب الأخضر المتماثل الطول ( 8-15 سم ) والذي ينمو بحالة نشطة تحت ظروف عدم نقص الرطوبة ويعطي سطح الأرض تغطيه تامة .

وهناك العديد من الطرق الحسابية المستخدمة لتقدير التبخر - نتح القياس وهي:

- معادلة بلانى كر يدل
- معادلة بمنمان مونتنت
- التبخر من سطح ماء حر
- برنامجه Crop.wat
- معادلة الإشعاع
- معادلة

استتبعت هذه المعادلة تحت ظروف الولايات الغربية من أمريكا بواسطة بلانى كر يدل وفيها أوجدت العلاقة بين الاستهلاك المائي للنباتات ومتوسط درجة الحرارة الشهرى وكمية ضوء النهار . وتعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق التجريبية شيوعا وانتشارا وذلك لسهولتها وبساطة تطبيقها كما يتضح من المعادلة :

$$U.C = \Sigma K P T$$

حيث U.C هو الاستهلاك الشهري او الموسمى لنبات ما .

K = معامل ثابت يتوقف على نوع النبات والموسم الزراعي ومنطقة زراعته .

P = نسبة عدد ساعات النهار فى الشهر المراد تقدير الاستهلاك المائي خلاله الى عددها

## فى السنة

$T =$  متوسط درجة الحرارة الشهري ( فهرنهيت )

ولقد أعطى بلانى كر يدل قيما لمعامل المحصول تختلف باختلاف نوع النباتات تحت ظروف الولايات الغربية من امريكا الولايات الغربية من امريكا .

### طريقة بينمان :

اعتمد بينمان فى معادلة لايجاد الاستهلاك المائى للنباتات على معادلة توزان الطاقة مع اهمال الجزء البسيط من هذه الطاقة المستهلكة فى التربة . كما ادمج فيه معادلة التبخر من سطوح الماء الحرة . ورغم ان طريقة بينمان تعتبر أكثر تعقيدا من اى طريقة الا انها تميز فى انها ترتبط بأسس علمية وطبيعية فهى تربط بمعادلة الارزان الحراري ومعادلة التبخر من سطوح الماء الحرة بكل ما تمثله من تأثير للظروف الجوية المختلفة كما انها تأخذ فى الاعتبار النشاطات الفسيولوجية للنبات من خلال الشعور .

ويتوقف اختيار أي من هذه الطرق على العوامل المناخية التي يمكن تقديرها بمنطقة الدراسة وقيمة التبخر - نتح القياس ( $ET_0$ ) تقدر بالملليمتر / يوم وهى تمثل القيمة المتوسطة على طول فترة القياس وللحصول على مقدار التبخر - نتح للمحصول فإنه يتم بضرب ناتج التبخر - نتح القياس .**Crop coefficient** ( $K_c$ ) فى معامل المحصول  $ET_0$ .

$$ET = K_c \times ET_0$$

حيث ( $ET$ ) هى مقدار التبخر - نتح الفعلى ويتوقف قيمة  $K_c$  على نوع المحصول والظروف المناخية السائدة .

لذا فإن قيمة التبخر للمحصول  $ET_{crop}$  تمثل مقدار التبخر - نتح لمحصول خالى تماماً من الأمراض وينمو فى حقل مجدد تحت ظروف عدم نقص فى الرطوبة الأرضية وتتوفر الخصوبة وظروف نمو مثالية .

### اختيار معامل النبات ( $K_c$ )

يتم تقدير اثر العوامل المناخية على الاحتياجات المائية للمحاصيل من خلال الطرق الحسابية لتقدير التبخر - نتح القياس ( $ET_0$ ) ولبيان اثر الخصائص النباتية للمحصول على الاحتياجات المائية فإنه يتم تقدير معامل المحصول ( $K_c$ )

$$ET_{(crop)} = KC \times ET_0$$

والـ (ET) يمثل التبخرنتح للمحصول النامي تحت الظروف المثلثى لينتج المحصول الأمثل والعوامل التى تؤثر على قيمة معامل المحصول (KC) هى الخصائص النباتية للحصول - موعد الزراعة - معدل نمو المحصول - طول موسم النمو - الظروف المناخية - تكرار مرات الري .

وتتأثر الخصائص النباتية للمحصول على قيمة (ET<sub>(crop)</sub>) يرجع إلى الاختلاف الكبير بين مجاميع النباتات فى مقدار مقاومة النبات للنتح مثل قفل الثغور أو الطبقة الشمعية التى تغطى الورقة كذلك الاختلاف فى ارتفاع النبات وخشونة سطح النبات ومقدار تغطية النبات لسطح الأرض . كذلك فأن ميعاد الزراعة سوف يؤثر على طول موسم النمو ومعدل النمو حتى يصل التغطية الكاملة لسطح الأرض أو إلى بداية فترة النضج فهناك بعض المحاصيل يمكن زراعتها فى اكتر من فصل من فصول السنة ويختلف باختلاف الظروف المناخية للمنطقة المنزرع بها كذلك فإن معامل المحصول (Kc) للمحصول الواحد يختلف باختلاف الظروف المناخية حيث يزداد فى المناطق الحارة الجافة الشديدة الرياح بالمناطق الرطبة الهادئة الرياح وحيث أن التبخرنتح هو مجموع المياه المفقودة بالنتح من المحصول والتبحر من سطح التربة كذا فإنه عند اكتمال النمو أى التغطية الكاملة لسطح الأرض يكون مقداره صغير بينما تزداد قيمته فى المراحل الأولى للنمو خاصة عندما يكون سطح الأرض مبئلا .

ويقسم موسم النمو للمحاصيل الحقلية والخضروات إلى أربعة مراحل لكل مرحلة معامل محصول (Kc) يختلف باختلاف الظروف المناخية والمراحل الأربع وهى :-

1. مرحلة النمو الابتدائي **Initial stage** : تمثل مرحلة الإنبات ومراحل النمو الأولى وتكون التربة فيها غير مغطاة بالمحصول .

2. مرحلة نمو المحصول **crop development stage** : تبدأ من نهاية مرحلة النمو الابتدائية إلى بداية التغطية الكاملة ويمكن اعتبار تغطية الأرض بنسبة 80 % هى التغطية الكاملة لسطح الأرضية .

3. مرحلة منتصف الموسم **Mid season stage** : تبدأ من بداية التغطية الكاملة لسطح الأرض إلى بداية النضج يستدل عليها وفقاً لعلامات النضج لكل محصول كإزالة ألوان الأوراق أو سقوط الأوراق .

4. مرحلة النمو المتأخر **late season stage** : تبدأ من نهاية مرحلة منتصف الموسم إلى اكتمال النضج أو الحصاد .

**مثال :** قطعة أرض مساحتها 1 فدان مزروع بها نبات عمق جذوره 40 سم. اذا كان المحتوى الرطوبي للترية بعد الري هو 30% بالحجم والمحتوى الرطوبي للترية قبل الريه قبل الريه التي تليها مباشرة هو 25% بالحجم:

ما هي كمية المياه التي استهلكها المحصول في هذه الفترة بين الريتين ؟

$$\text{مساحة الترية} = 1 \times 4200 = 4200 \text{ متر مربع}$$

$$\text{عمق الجذور} = 100 / 40 = 0.4 \text{ متر}$$

$$\text{حجم الترية} = 100 \times 4200 = 1680 \text{ متر مكعب}$$

$$\text{نسبة الرطوبة التي تم استهلاكها} = \% 25 - \% 30 = \% 5$$

$$\text{كمية المياه التي اسنهلakah النبات} = \% 5 \times 1680 = 84 \text{ متر مكعب}$$

**مثال :** اذا كانت قيمة التبخر نتج المرجعى فى يوم ما 5 مم / اليوم  
ما هي كمية المياه التي يتوقع ان يستهلكها محصول معامله 1.1 فى مساحة 4200م<sup>2</sup>

$$\text{تبخر نتج المحصول} = 5 \times 1.1 = 5.5 \text{ مم/اليوم}$$

$$\text{مساحة الأرض} = 1 \times 4200 = 4200 \text{ متر مربع}$$

$$\text{كمية المياه التي يستهلكها المحصول} = 1000 / 5.5 * 4200 = 23.1 \text{ م}^3/\text{اليوم}$$

**حساب الكمية الكلية لمياه الري :**

**كفاءة الري الكلية والعوامل المؤثرة عليها :**

تعرف كفاءة الري الكلية عموماً بأنها النسبة المئوية بين كميات المياه التي تستعملها النباتات المزروعة في مكان ما إلى تلك المنقوله من مصدر الري بغضون رى هذا المكان وتنتأثر كفاءة الري الكلية بكفاءة كل من كفاءة النقل وكفاءة التخزين وكفاءة الاستهلاك وتعرف كل من هذه الكفاءات كالتالي :

**كفاءة النقل :**

وهي النسبة المئوية بين كمية مياه الري التي وصلت المزرعة إلى تلك المقوله من مصدر الري

**كفاءة التخزين :**

وهي النسبة المئوية بين كمية مياه الري المخزنة في منطقة المجموع الجذری الى تلك التي وصلت الى المزرعة.

#### كفاءة الاستهلاك :

وهي النسبة المئوية بين كمية مياه الري التي اسهلاها النبات خلال فترة نموه الى تلك التي خزن في منطقة المجموع الجذری خلال نفس المدة .

وعموماً فان :

$$\text{كفاءة الري الكلية} = \text{كفاءة النقل} \times \text{كفاءة التخزين} \times \text{كفاءة الاستهلاك}$$

وكلما زادت اي من هذه الكفاءات فان ذلك يرفع من الكفاءة الكلية لنظام الري. وتتأثر كفاءة الري بعوامل عديدة منها :

- نوعية الارض وطبوغرافيتها
- طريقة الري المتبعة

وتتحسين كفاءة الري عموماً بتحسين خواص التربة الطبيعية والكيميائية وتبطين الترب و المسافى حيث تتحكم في الفاقد من المياه بالرشح والتسلب العميق 0 كما ان اختيار نظام الري المناسب والتحكم في مداخل و مخارج المياه وتسوية التربة له اكبر الاثر في الارتفاع بكفاءة الري 0

#### الاحتياجات المائية لغسيل الأملاح :

تعرف عملية غسيل الأملاح من قطاع التربة بانها اضافة لمزيد من مياه الري حتى تذيب هذه الأملاح خارج منطقة المجموع الجذری الى الطبقات السفلی حيث تحملها شبكة الصرف الى خارج المنطقة .

وتعتبر عملية غسيل الأملاح اساسية في استصلاح الاراضي المالحة او الاراضي التي يخشى من تدهورها وترابك الأملاح بها نظراً لوجود نسبة ملوحة كبيرة مع ماء الري الذي يستهلك بواسطة النباتات المزروعة او بواسطة التبخر تاركاً الأملاح الذائبة لتزيد من تركيز المحلول الارضي 0 ويمكن حساب الاحتياجات الغسيلية من معادلة التوازن المائي والملحي في التربة

$$W_a = (I + r) = C.u + W_d + \Delta S_w$$

حيث :  $I$  = كمية مياه الري المضافة  
 $R$  = كمية مياه الامطار

$W_d$  = كمية المياه التسرية الى الاعماق او المنصرفة خارج القطاع

$\Delta S_w = \text{التغير في كمية الرطوبة الموجودة في منطقة المجموع الجذري.}$

فإذا أضيف عمق معين من ماء الرى  $DI$  ذو تركيز  $EC_I$  معبرا عنه بدرجة الإيصالية الكهربائية بحيث تسبب في زيادة تركيز محلول التربة بمقدار  $\Delta EC_e$  معبرا عنه بدرجة الإيصالية الكهربائية لمحلول التربة المشبع وكانت المياه المصروفة بعمق  $Dd$  وتركيز  $EC_d$  فيمكن كتابة المعادلة :

$$EC_e \times \Delta S_w + EC_d \times Dd = EC * DI$$

ومن المعادلة السابقة يتضح أن احتياجات الغسيل تتوقف على :

- نوعية مياه الرى ( تركيز الاملاح الذائبة )

- اقصى تركيز للاملاح يسمح به في محلول التربة

وعلى هذا فان كمية المياه الواجب اعطائها للتربة او ما يسمى باحتياجات الرى تساوى كمية المياه التي تلزم فعلا لاستهلاك النباتات مضافا اليها كمية اخرى كاحتياجات الغسيل التي تختلف في كميتها باختلاف نوعية مياه الرى ودرجة ملوحة التربة وحساسية النباتات للملوحة.

## REFRENCES :

- Doorenbos, j. and w.o. Pruitt (1977)
- crop water requirements. paper, No 24 , FAO, Roma
- measurement of evaporation and evapotranspiration
- WMO G ENEVA, Switzerland
- Teach note no. 38
- Consumptive use of water and irrigation water requirements. A Report prepared by Tech. com on irrigation water requirement