الري/ الجزء النظري/ المحاضرة الخامسة بتاريخ 2022/11/15

الاحتياجات المائية Water Requirements

قبل تعريف الاحتياجات المائية يجب بيان أهمية تحديدها بالنقاط التالية:-

1- إن تصميم أي مشروع إروائي يعتمد على قيم الاحتياجات المائية وكذلك تصميم قنوات الري التي تنقل هذه المياه وتحديد سعتها وأساليب السيطرة عليها.

2- تقدير الاحتياجات المائية اللازمة للري ومقارنتها مع المصادر المائية المتوفرة عند إدخال أراضي جديدة للزراعة.

3- استغلال المياه المتوفرة بشكل فعّال وكفؤ خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتصف بشحة الأمطار وقلة مياه الري.

4- تقدير قيم الاحتياجات المائية المحسوبة نظرياً تعتبر دليل على قيم الاحتياجات المائية المحتملة تحت ظروف مناخية معينة وبهذا يمكن تحديد كمية المياه التي يحتاجها الحقل ومن ثم تجهيز هذه المياه.

المصطلحات المرتبطة بالاحتياجات المائية

نظام النبات Plant System

يشمل النبات نفسه والتربة المزروع فيها والبيئة المحيطة به.

الاستهلاك المائي للنبات Evapotranspiration (ET)

يعرف الاستهلاك المائي 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

قدرة التبخر – نتح أو الاستهلاك المائي الكامن Potential Evapotranspiration (ETP)

وهو الاستهلاك المائي للنبات ولكن تحت ظروف معينة ويستخدم للمقارنة بين قيم الاستهلاك المائي للنبات في مناطق مختلفة او للمقارنة بين قيم الاستهلاك المائي لعدد من النباتات في نفس المنطقة ويمكن تعريفه بأنه كمية الماء المفقود بالتبخر – نتح خلال وحدة الزمن من نباتات قصيرة خضراء تغطي سطح التربة كلياً ولا تعاني من نقص الماء أي إن رطوبة التربة عند حدود السعة الحقلية وبالتالي لا يبذل النبات أي طاقة للحصول عليه.

الاستهلاك المائي الفعلي Actual Evapotranspiration

وهو كمية الماء المفقودة من النبات بواسطة التبخر – نتح عند أي مستوى للرطوبة في التربة وفي أي مرحلة من مراحل نمو النبات .

معامل المحصول Crop Factor (K_C)

وهو معامل تجريبي يأخذ قيماً تختلف من محصول لأخر ومن وقت الأخر لنفس المحصول (مراحل النمو) ويحسب من النسبة بين قدرة التبخر – نتح ETP والاستهلاك المائي الفعلي Actual Evapotranspiration ويمكن حسابه من المعادلة التالية:-

$K_C = ET / ETP$ or $ET = K_C \times ETP$

المقنن المائي Consumptive Use

وهو الاستهلاك المائي للنبات مضافاً إليه المياه المفقودة بالتخلل العميق Deep Percolation والمياه المفقودة بالتبخر Evaporation من السطوح المائية وهناك نوعين من المقنن المائي:-

1- المقنن المائي الحقلي Field Consumptive Use

وهو الاستهلاك المائي للنبات مضافاً إليه المياه المفقودة بالتخلل العميق والمياه المفقودة بالتبخر من السطوح المائية ضمن الحوض الزراعي للمشروع الاروائي. ويقصد بالحوض الزراعي المساحة المروية بواسطة قناة ري فرعية.

2- المقنن المائي الكلي Total Consumptive Use

هو المقنن المائي الحقلي مضافاً إليه الضائعات المائية التي تحدث نتيجة للتبخر والرشح من قناة الري الرئيسية.

احتياجات الحقل الإروائية Field Irrigation Requirements

هي كمية المياه التي تعطى فعلاً لكل دونم من الحقل في الرية الواحدة. وهي تشمل احتياجات الري واحتياجات الغسل إضافة إلى ما يعوض من الضائعات المائية بدلالة كفاءة الري.

احتياجات الري Irrigation Requirements

وهي كمية مياه الري اللازمة لإيصال رطوبة التربة في المنطقة الجذرية إلى حدود السعة الحقلية. أي إنها تمثل الفرق بين رطوبة التربة عند السعة الحقلية ورطوبتها عند الري.

متطلبات الغسل Leaching Requirements

وهي كمية المياه المضافة إلى احتياجات الري واللازمة لغسل المنطقة الجذرية من الأملاح.

واستناداً إلى ما سبق يمكن تعريف الاحتياجات المائية بأنها كمية المياه اللازمة لنمو المحصول نمواً طبيعياً خلال فترة زمنية معينة وتحت ظروف الحقل وهي تمثل مجموع الاستهلاك المائي للمحصول واحتياجات الحقل الإروائية التي تشمل بدورها احتياجات الري واحتياجات الغسل إضافة إلى ما يعوض من الضائعات المائية بدلالة كفاءة الري.

العوامل المؤثرة على الاستهلاك المائي

1- العوامل المناخية Climatical Factor

يقصد بالعوامل المناخية طاقة الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة الرياح وميل الضغط البخاري والرطوبة النسبية والأمطار. وتعتبر طاقة الإشعاع الشمسي Solar Radiation أهم العوامل المناخية المؤثرة على الاستهلاك المائي لكونها تعتبر المصدر الحراري المطلوب لعمليتي التبخر والنتح بالإضافة إلى كون عملية النتح تتم خلال فترة الإضاءة والتي تتناسب طردياً مع مقدار النتح وهذا التناسب يعتمد بدوره على طلقة الإشعاع.

2- عوامل التربة Soil Factor

يعتبر الجهد المائي للتربة Water Potential والتوصيل الهيدروليكي Hydraulic Conductivity أهم العوامل التربة المؤثرة على الاستهلاك المائي للنبات. ويمكن تعريف الجهد المائي للتربة بأنه الشغل الذي تنجزه وحدة الكمية الواحدة من الماء عندما تتحرك من نقطة إلى نقطة أخرى بالاتجاه العمودي نحو المستوى القياسي الذي يكون جهد التربة مساوياً للصفر وهو يتكون من جهد الضغط وجهد الجاذبية الأرضية. اما التوصيل الهيدروليكي للتربة فهو النسبة بين تدفق الماء داخل جسم التربة وانحدار الضاغط المائي. بالنسبة لجهد التربة المائي فانه يؤثر على الاستهلاك المائي من خلال علاقته الطردية مع معدل النتح حيث يمكن للتربة تجهيز جذور النبات بالماء بنفس المعدل الذي يفقده بالنتح. أما التوصيل الهيدروليكي فان نقصانه يؤدي إلى خفض انتفاخ ورقة النبات مما يؤدي إلى غلق الثغور وبالتالي خفض قيم النتح من النبات.

3- عوامل النبات Plant Factor

تختلف النباتات فيما بينها بقيم الاستهلاك المائي تبعاً لصنف النبات وحجمه وشكله وترتيب أوراقه وعدد الثغور في كل ورقة. كما تختلف قيم الاستهلاك المائي للنبات نفسه تبعاً لمرحلة النمو والكثافة النباتية. فبالنسبة لتأثير مرحلة النمو فان أعلى معدل للاستهلاك المائي خلال مرحلتي النمو الخضري والتزهير ثم ينخفض الاستهلاك المائي إلى أدنى معدل خلال مرحلة النضج. أما بالنسبة للكثافة النباتية فان نسبة كبيرة من الاستهلاك المائي ناتج من التبخر من سطح التربة في بداية نمو النبات. ومع زيادة النمو وزيادة الكثافة النباتية يقل التبخر من التربة يزداد النتح من النبات بحيث يغطي النتح معظم الاستهلاك المائي.

طرق التعبير عن الاستهلاك المائي للنبات

يمكن التعبير عن الاستهلاك المائي بعدد من الوحدات منها:-

1- وحدات التصريف Discharge وهي في الغالب المتر المكعب.دونم$^{-1}$.موسم$^{-1}$

2- وحدات العمق Depth وهي في الغالب السنتمتر.موسم$^{-1}$ أو المليمتر.موسم$^{-1}$ وتحسب من قسمة وحدات التصريف على وحدات المساحة فإذا افترضنا إن الاستهلاك المائي بوحدة التصريف 1000 متر^3.دونم$^{-1}$.موسم$^{-1}$ فان قيم ET بوحدة العمق تحسب كالأتي:-

$$ET = (1000\ m^3 / 2500\ m^2) \times 100 = 0.4 \times 100 = 40\ cm.season^{-1} = 400\ mm.season^{-1}$$

3- وحدات المعدل Rate وهي في الغالب السنتمتر.يوم$^{-1}$ أو المليمتر.يوم$^{-1}$ وتحسب من قسمة وحدات العمق على عدد أيام الموسم الزراعي وفي المثال السابق فان قيمة ET بوحدات العمق تساوي 40 سنتمتر.موسم$^{-1}$ أو 400 ملم.موسم$^{-1}$ وعلى افتراض إن عدد الأيام في الموسم الزراعي 100 يوم فان قيمة ET تحسب كالأتي:-

$$ET = 40\ cm/\ 100\ day = 0.4\ cm.day^{-1} = 4\ mm.day^{-1}$$

4- وحدات الطاقة الحرارية Heat Energy وتحسب من ضرب وحدات الاستهلاك المائي في قيمة الحرارة الكامنة للتبخر Heat of Vaporization (H_V) وهي كمية الحرارة اللازمة لتحويل غرام واحد من الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند درجة حرارة معينة وتقاس بوحدة السعرة.غرام$^{-1}$ وعليه فان:-

$$ET \times H_V = cm.day^{-1} \times cal.gm^{-1} = cm.day^{-1} \times cal.cm^{-3} = cal.cm^{-2}.day^{-1}$$

فإذا كانت قيمة ET تساوي 0.4 سنتمتر.يوم$^{-1}$ وقيمة H_V عند درجة حرارة 20^o تساوي 585 سعرة.غرام$^{-1}$ فان قيمة ET بوحدة الطاقة الحرارية تحسب كالأتي:-

$$ET = 0.4\ cm.day^{-1} \times 585 cal.gm^{-1} = 234 cal.cm^{-1}.day^{-1}$$

قياس الاستهلاك المائي بالطرق المباشرة Direct Methods

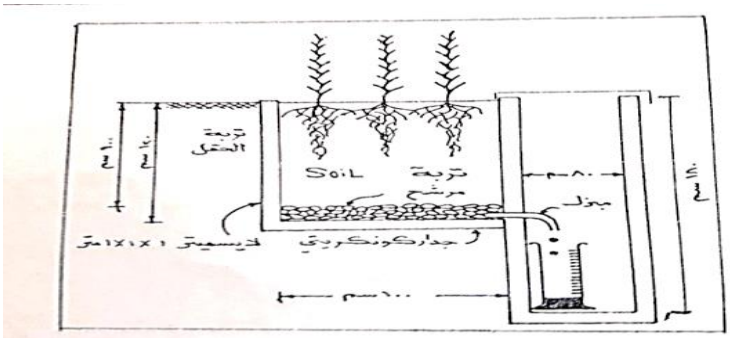
هي الطرق التي تتضمن قياس مقدار الماء المفقود من نظام النبات خلال زمن محدد بصورة مباشرة والأساس العلمي لهذه الطرق هو الحصول على قياسات دورية لمقدار الفقد بالماء من نظام النبات عن طريق قياس رطوبة التربة بصورة مباشرة أو غير مباشرة أو عن طريق حساب الفقد بالوزن بواسطة لايسيمترات خاصة. ومن جمع الفروقات لفترة معينة مع بعضها نحصل على الاستهلاك المائي لفترات أطول كالموسم أو السنة وفيما يلي أهم طرق المباشرة لتقدير الاستهلاك المائي:-

اولاً: اللايسيميترات Lysimeters

هي أجهزة لتقدير قيم التبخر – نتح للمحاصيل المختلفة وفيها يتم عزل جزء من كتلة التربة التي تمثل تربة الحقل وتوضع في وعاء اللايسيميتر ثم تزرع بمحصول معين بقصد حساب قيمة الاستهلاك المائي له عن طريق دراسة التغير في رطوبة التربة واحتساب كمية المياه المضافة والمبزولة واهم أنواع اللايسيميترات :-

1- اللايسيميترات الغير وزنية Non – Weighing Lysimeters

اللايسيميتر الغير وزني المبين في الشكل (1) عبارة عن وعاء كبير مثبت في التربة لعمق معين يسمح بنمو الجذور بحرية وفي قاعه فتحة للتخلص من الماء الزائد. ويحسب الاستهلاك المائي لهذا النوع من اللايسيميترات بإضافة كمية مقاسة من المياه بحيث تكون اكبر من سعة حفظ الماء Water Holding Capacity للتربة وبعد أن يترشح الماء الزائد يترك اللايسيميتر لفترة مناسبة لغرض استهلاك الماء من قبل النبات. وبعد تلك الفترة تضاف كمية مقاسة أخرى من المياه وبعد أن يتم بزل الماء الزائد تسجل كمية المياه المبزولة وتطرح من الكمية الكلية للمياه المضافة في المرّة الثانية. وهذا الفرق يمثل قيمة التبخر – نتح أو الاستهلاك المائي ET خلال الفترة بين بزل الماء الزائد في المرّتين الأولى والثانية، وبجمع الكميات المتحصل عليها يمكن الحصول على قيمة الاستهلاك المائي للنبات خلال الموسم الزراعي.



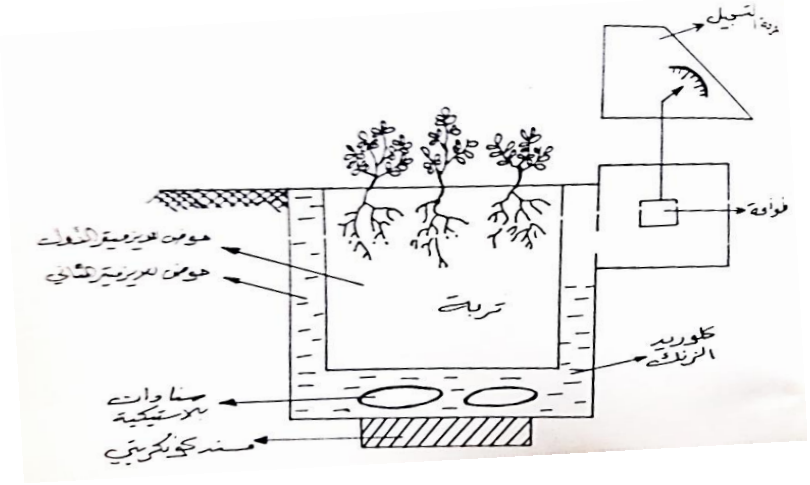
شكل (1) اللايسيميتر الغير وزني

2- اللايسيميترات الوزنية Weighing Lysimeters

تعتبر أكثر دقة من اللايسيميترات الغير وزنية وهي عبارة عن أوعية كبيرة مركبة على موازين ضخمة حساسة. ولتقدير الاستهلاك المائي بهذا النوع من اللايسيميترات يحسب الوزن الكلي اللايسيميتر والذي يساوي وزن الوعاء + وزن التربة الجافة + وزن الماء ثم يحسب الفقدان بالوزن على فترات معينة حيث إن التغير في الوزن يرجع إلى فقدان الماء بالتبخر – نتح. وبجمع مقدار الفقد بالوزن للفترات المقاسة يتم الحصول على الاستهلاك المائي الفعلي للنبات خلال الموسم الزراعي.

3- اللايسيميترات الطوافة Floating Lysimeters

هذا النوع من اللايسيميترات المبين في الشكل (2) يوضع عادة في سائل مثل كلوريد الزنك وعند حصول الفقد بوزن اللايسيميتر نتيجة لعملية التبخر - نتح ستتغير كمية السائل ويتم تسجيل هذا التغير بواسطة مقياس مدرج للدلالة على قيمة الاستهلاك المائي.



شكل (2) اللايسيميتر الطواف

ثانياً : دراسات رطوبة التربة Soil Moisture Studies

تتضمن هذه الطريقة تقدير نسبة الرطوبة في المنطقة الجذرية قبل وبعد كل رية ويحسب الفرق بينهما والذي يمثل الاستهلاك المائي خلال فترات معينة من الزمن خلال الموسم الزراعي وبعد تحويل الفرق في نسبة الرطوبة إلى وحدات عمق يتم رسم العلاقة بين عمق الماء المستهلك مع الزمن ومنه يتم معرفة أقصى استهلاك مائي خلال الموسم. تعطي هذه الطريقة نتائج واقعية عندما تكون التربة متجانسة مع العمق وعندما يكون مستوى الماء الأرضي عميق بحيث لا يساهم في إمداد التربة في المنطقة الجذرية بجزء من الرطوبة.

ثالثاً : طريقة الألواح التجريبية Field Experimental Plots

تتضمن هذه الطريقة إضافة المياه إلى ألواح تجريبية ذات أبعاد محددة على مدار موسم النمو ثم ترسم العلاقة بين إنتاج المحصول لكل لوح تجريبي مع كمية المياه المضافة. حيث يلاحظ من هذه العلاقة بان الإنتاج يتزايد مع زيادة كمية المياه المضافة إلى أن يصل إلى نقطة الذروة والتي تمثل أعلى إنتاج وبعدها يحصل انكسار لمنحى الإنتاج مع استمرار زيادة كمية المياه المضافة. وفي هذه الحالة فان الاستهلاك المائي للمحصول هو كمية المياه المضافة من بداية النمو وحتى نقطة ذروة الإنتاج. من سلبيات هذه الطريقة إن قيم الاستهلاك المائي المحسوبة تكون عالية نسبياً بسبب إهمال ضائعات التخلل العميق.

رابعاً: طريقة التوازن المائي Water Balance

تستخدم هذه الطريقة للمساحات الكبيرة مثل وديان الأنهار وفيها يتم حساب الاستهلاك المائي حسب المعادلة التالية:-

$$ET = (I+P) + (G_S - G_E) - R$$

ET الاستهلاك المائي لمساحة معينة

I كمية المياه الداخلة لتلك المساحة خلال السنة

P كمية الأمطار الساقطة خلال السنة

G_S كمية المياه المخزونة في التربة عند بداية السنة

G_E كمية المياه المخزونة في التربة عند نهاية السنة

R كمية المياه الخارجة خلال السنة

خامساً : طريقة التكامل Integration

وتستخدم هذه الطريقة للمساحات الكبيرة أيضا وهي تمثل مجموع وحدات الاستهلاك المائي لمساحات معينة وتحسب من خلال العلاقة التالية:-

الاستهلاك المائي الكلي = (الاستهلاك المائي للمحصول×مساحته) + (الاستهلاك المائي للنبات الطبيعي×مساحته) + (التبخر من السطوح المائية×مساحتها) + (التبخر من الأراضي البور×مساحتها)