كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : بيئة نباتية

المحاضرة : الاولى/عملي/ د.ميسون

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

تقدير الاحتياجات المائيّة للنّباتات

باستخدام الميزان المائيّ والتّبخر-نتح

يعد التّبخر-نتح (Evapotranspiration) أحد أهمّ مكونات الدّورة الهيدرولوجيّة، حيث يمثل فقدان الماء من سطح الأرض إلى الغلاف الجويّ من خلال عمليتين متزامنتين: التّبخر من التربة والمسطحات المائية، والنتح من النباتات، ويتحكم الميزان المائي (Water Balance) في توزيع المياه بين مختلف خزّانات النّظام البيئي، ويشكّل أساساً لفهم الجفاف وتخطيط الرّي وإدارة الموارد المائيّة.

تعريف التّبخر-نتح

يشير التّبخر-نتح إلى كميّة الماء المفقودة من سطح التّربة والنّباتات والمسطّحات المائيّة إلى الغلاف الجويّ على صورة بخار ماء، ويُعبَّر عنه عادة بوحدة مليمتر (مم) من الماء المفقود خلال فترة زمنيّة محدّدة.

أنواع التّبخر-نتح

أ- التّبخر-نتح المحتمل أو الكامن أو الممكن (Potential Evapotranspiration - ETP)

يعرّف التبخر-نتح المحتمل بأنّه كميّة الماء الّتي يمكن أن تفقدها التربة والنّباتات في ظلّ الظّروف المناخية الرّاهنة، بفرض توفّر المياه بشكل غير محدود، وقد يكون غير حقيقي لعدم توفر كميات الماء اللازمة، فهو يعبّر عن قدرة الجو على تبخير الماء في ظلّ الحرارة والرّطوبة والعوامل الأخرى السائدة في المنطقة.

وفقاً لتعريف ثورنثويت (١٩٤٨)، يمثل ETP التّبخر-نتح من سطح محصول عشبيّ قصير يغطي التّربة بالكامل، ويُروى باستمرار ولا يعاني من أي إجهاد مائيّ، ولا يخضع لأي عائق فيزيولوجيّ أو مرضيّ، وتتحدد قيمته بالظّروف المناخيّة للمنطقة فقط بغضّ النّظر عن النّبات.

ب- التّبخر-نتح الحقيقيّ (Actual Evapotranspiration - ETR)

يشير إلى كمّية الماء المتبخرة فعلياً من التّربة والنباتات في ظلّ الظروف الراهنة، ويختلف عن التبخر نتح الممكن أو الكامن بكونه يتأثّر بعمق التّربة، ورطوبتها، وحالة النّباتات الفيزيولوجية.

ج- التّبخر-نتح الأعظميّ (Maximum Evapotranspiration - ETM)

حالة خاصّة من ETR حيث يصل التّبخر-نتح إلى قيم قريبة منETP، ويحدث عندما تكون رطوبة التّربة قريبة من السّعة الحقليّة .

العلاقة بين الأنواع الثّلاثة

$$ETP \geq ETM \geq ETR$$

أهمّ العلاقات الرياضيّة لحساب التبخّر- نتح المحتمل (ETP)

١. علاقة إيفانوف (Ivanov Method)

<u>علاقة إيفانوف الشهرية:</u>

$$ETP = 0.0018\ (25 + t)^2(100 - RH)$$

حيث :

ETP : التّبخّر- نتح الممكن الشّهريّ مم.

t : متوسّط الحرارة الشّهريّة c° .

RH : الرّطوبة النّسبيّة الشّهريّة %.

<u>وللفترة العشريّة</u> تصبح علاقة إيفانوف بالشّكل التّالي :

$$ETP = 0.0006\ (25 + t)^2(100 - RH)$$

حيث :

ETP : التّبخّر- نتح الممكن للفترة العشريّة مم.

t : متوسّط الحرارة للفترة العشريّة c°.

RH : الرّطوبة النّسبيّة للفترة العشريّة %.

٢. علاقة بلانيه وكرايدل (Blaney-Criddle Method)

$$ETP = 25.8\ k\ (32 + 1.8\ t)\frac{P}{100}$$

حيث :

ETP : التّبخّر- نتح الممكن الشهريّ مم.

k : معامل استهلاك الماء ويتعلّق بنوع النّبات وجغافيّة المنطقة.

t : متوسّط الحرارة الشّهريّة c° .

P : الإضاءة النّسبيّة للشّهر المدروس من إجماليّ الإضاءة السّنويّة.

توجد معادلات متعدّدة لحساب التّبخر-نتح المحتمل (ETP)، تختلف في دقّتها وفي كميّة البيانات المناخية الّتي تتطلبها، من بين هذه المعادلات، تعتبر **معادلة بنمان-مونتيث Penman-Monteith** الأكثر دقّة على المستوى العالمي، وهي المعتمدة من قبل منظّمة الأغذية والزّراعة (FAO) كطريقة مرجعيّة وحيدة.

تعتمد هذه المعادلة على مجموعة متكاملة من العوامل المناخيّة لتقدير الطّلب الجوي للماء، وهي:

الإشعاع الشّمسيّ الصّافي (Rn) مصدر الطّاقة الأساسي لعملية التّبخر.

سرعة الرّياح (u_2) تؤثر في سرعة انتقال بخار الماء من السّطح إلى الغلاف الجويّ.

درجة حرارة الهواء (T) تحدّد قدرة الهواء على حمل بخار الماء.

الرّطوبة النسبية (RH) أو ضغط البخار الفعلي (e_a) تعبّر عن جفاف الهواء وقدرته على استقبال المزيد من بخار الماء.

وبالتّالي هي معادلة متعددة المتغيرات حتى أنّها تأخذ بعين الاعتبار مقاومة النّبات (مقاومة الثغور)، والمقاومة الدّيناميكيّة الهوائيّة لذلك تعدّ الأكثر دقّة والأكثر ملاءمة لمناخات مختلفة.

تطبيقات

مثال ١: إذا كان متوسّط الحرارة الشّهريّة $c = 18.3°$ وقيمة الإضاءة النّسبيّة لهذا الشّهر 9.1%، ما هي كمّيّة التّبخّر- نتح الممكن مم لحقل قمح في منطقة شبه جافّة ومعامل استهلاك الماء خلال هذه الفترة = 0.85 .

الحل : بتوفر معطيات مناخية كمتوسط الحرارة والإضاءة النسبية نستخدم معادلة بلانيه وكرايدل

$$ETP = 25.8 \times 0.85 \times (32 + 1.8 \times 18.3) \times \frac{9.1}{100}$$
$$= 21.93 \times (32 + 32.94) \times 0.091$$
$$= 21.93 \times 64.94 \times 0.091$$
$$= 21.93 \times 5.909$$
$$= 129.6 \text{ مم/شهر}$$

مثال٢: في محطّة مناخية بمنطقة جافّة كانت المعطيات المناخيّة لشهر تمّوز كما يلي: متوسّط درجة الحرارة الشّهرية (t) = 28.5° م، متوسّط الرّطوبة النّسبية الشّهرية (RH) = 45% ، والمطلوب حساب ETP لهذا الشهر بطريقة إيفانوف.

الحل:

$$ETP = 0.0018 \times (25 + 28.5)^2 \times (100 - 45)$$
$$= 0.0018 \times (53.5)^2 \times 55$$
$$= 0.0018 \times 2862.25 \times 55$$
$$= 0.0018 \times 157423.75$$
$$= 283.36 \text{ مم/شهر}$$

النتيجة يبلغ الطّلب التّبخري في هذا الشهر حوالي ٢٨٣ مم، وهو أعلى من معظم كمّيات الهطول في المناطق الجافّة، ممّا يشير إلى عجز مائيّ كبير، كيف توصّلنا لهذا الاستنتاج؟ لفهم ما سبق يجب أن نتعرّف على الميزان المائيّ.

الميزان المائيّ (Water Balance)

يعدّ الميزان المائي أداة أساسيّة في الدّراسات المناخيّة والبيئيّة والزّراعية، حيث يقوم على مبدأ حفظ الكتلة الّذي ينصّ على أنّ كمية الماء الدّاخلة إلى نظام بيئي ما يجب أن تساوي كمية الماء الخارجة منه مضافاً إليها التّغير في المخزون الداخليّ، يهدف الميزان المائيّ إلى فهم كيفيّة توزيع المياه بين مختلف مكوّنات النّظام البيئيّ، وتحديد الفترات الّتي يعاني فيها النّبات من عجز مائيّ أو يتمتّع بفائض، وهو ما ينعكس مباشرة على التّخطيط للري وتحديد الاحتياجات المائيّة للمحاصيل.

يُستخدم الميزان المائيّ في العديد من التّطبيقات العملية، أبرزها:

- تحديد المقنّنات المائية و- تخطيط مواعيد الرّي.

معادلة صافي الميزان المائيّ

يمثل الفرق بين الهطول والتّبخر-نتح المحتمل صافي الميزان المائيّ :

$$\pm \Delta P = P - ETP$$

إذا كانت $P > ETP$ إذن يوجد فائض مائيّ (Surplus) مما يعني أنّ كميّة الهطول تتجاوز الطّلب الجوي، ويتّجه الفائض إلى الجريان السطحي أو تغذية المخزون الأرضيّ.

إذا كانت $P < ETP$ إذن يوجد عجز مائيّ (Deficit) مما يعني أنّ الطّلب الجويّ يفوق كميّة الهطول، ويتم تعويض النّقص من المخزون الأرضيّ حتى نفاذه.

ربط الميزان المائي بالمقنّنات المائيّة للنّباتات

يُعد الميزان المائي الأداة الأساسية لتحديد **المقنّنات المائيّة** (Irrigation Requirement - IR): وهي كميّة الماء التي يجب إضافتها (بشكل صناعي) لتعويض الفرق بين الطّلب الجوي (ETP) والمياه المتاحة من الهطول الفعّال والمخزون الأرضيّ خلال فترة نموّ المحصول.

.

$$IR = ETP - P_{eff} - \Delta S_{available}$$

أو بشكل مبسّط

$$IR = ETP - P_{eff} \quad \text{(بعد استنزاف المخزون)}$$

حيث:

- (IR) = احتياج الرّي (Irrigation Requirement)

- (P_{eff}) = الهطول الفعّال (Effective Precipitation) أو الجزء من الأمطار الذي يستفيد منه النبات بعد استبعاد الجريان والتسرّب العميق أوالجزء من الهطول الّذي دخل منطقة الجذور وأصبح متاحاً للنّبات.

- $\Delta S_{available}$ المخزون الأرضيّ.

مثال: لنفترض في محطّة مناخيّة في شهر حزيران كانت كميّة الهطول (P) = 10 مم، والتبخر- نتح الممكن ETP = 180 مم، وكان المخزون الأرضيّ المتاح في بداية الشهر 50 مم، حدّد مقدار العجز المائيّ أو الحاجة للريّ، إذا كانت فعاليّة الهطول 85% ؟

الحل:

صافي الميزان المائيّ P - ETP = 10 - 180 = -170

أما المقنّن المائيّ

$$IR = ETP - P_{eff} - \Delta S_{available}$$

$$IR = 180 - 8.5 - 50 = 121.5\ mm$$

إذن نحتاج للرّي لتعويض 121.5مم عجز مائيّ.

وظيفة

في محطّة مناخية في شهر كانون الأول (ديسمبر) بمنطقة ساحليّة، توفّرت البيانات التّالية:

كميّة الهطول (P) = 150 مم، متوسط درجة الحرارة الشّهريّة °10 = (t) م، متوسّط الرّطوبة النّسبية الشّهريّة= (RH) 75%، المخزون الأرضيّ المتاح في بداية الشهر = 30 مم، ومعامل الهطول الفعّال = 0.93 (أي 93% من الهطول الكليّ يعتبر فعّالاً)، و**المطلوب:**

١. حساب التّبخر-نتح المحتمل (ETP) باستخدام معادلة إيفانوف /55مم/
٢. حساب صافي الميزان المائيّ /95+مم/
٣. حساب احتياج الرّي (IR) /0/

مع تمنّياتي بالتّوفيق

د. ميسون زياده