المحاضرة الثالثة :علم الهيدرولوجي

السنة الدراسية: ٢٠٢٣/٢٠٢٤

المرحلة: الثانية.

اسم التدريسي: م.م انتصار جبار دحام.

عملية التبخر:

هي العملية التي يتحول فيها السائل إلى الحالة الغازية عند السطح الحر قبل نقطة الغليان و خلال إنتقال الطاقة الحرارية، وإن صافي جزيئات الماء المتحولة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية تكون التبخر.

تعد أول عملية في الدورة الهيدرولوجية، وهي المرحلة التي يتحول فيها المياه للغازات، وأيضاً ارتفاع درجة الحرارة يكون سبب من أسباب أكتساب المياه، ويقوم التبخر بالاعتماد على كثير من العوامل المساعدة، مثل: " أشعة الشمس على المياه، درجة الحرارة، الجسم المائي، والرياح"، تتبخر المياه أيضاً عن طريق عملية تسمى النتج، وهذه العملية تقوم بامتصاص جذور النباتات الرطبة التي تتواجد بجاخل التربة.

عوامل التأثير في عملية التبخر

- "درجة الحرارة": فبهذه الطريقة تزيد معدلات عمليات الإنتاج بدرجة أكثر من الطبيعي بسبب الزيادة الناتجة عن درجة الحرارة، وهي التي تؤدي لزيادة الخلايا النباتة في فتح المسامات، فتطلق المياه هوائها.
- "الرطوبة":وهي عندما تقل يرتفع الإنتاج بزيادة الرطوبة الهوائية.
- "حركة الرياح والهواء": تزداد عملية الإنتاج بزيادة الحركة الهوائية، فهي تساعد على نقل أجزاء المياه خارج نطاق الغلاف الجوي.
- "رطوبة التربة": وهي عندما تزداد رطوبة التربة، يقل تعرض النباتات للجفاف، وتحدث زيادة في عملية الإنتاج.

"نوع النبات": تختلف النباتات في طرق عملية الإنتاج، مثل: النباتات الصحراوية كالصبار فهو يحتاج إلى كمة قليلة من المياه، وأفضل نوع من أنواع النباتات في عملية الإنتاج هي العمليات بكميات أقل.

إذن فالتبخر هو عملية تبريد بشرط أن الحرارة الكامنة للتبخر (تقريباً 585 سعرة / غم للماء المتبخر) يجب أن تزود من كتلة الماء.

إن معدل التبخر يعتمد على :

١. ضغط البخار على سطح الماء و الهواء الذي فوقه.
٢. درجات حرارة الماء و الهواء.
٣. سرعة الرياح.
٤. الضغط الجوي.
٥. نوعية الماء.
٦. حجم الكتلة المائية.

---

١. **الضغط البخاري:** يتناسب معدل التبخر مع الفرق بين ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الماء e_w و ضغط البخار الحقيقي في الهواء e_a

$$E_L = C(e_w - e_a)$$ (معادلة دالتون للتبخر)

وحداتها بالملم e_w , e_a , ثابت : C , معدل التبخر (ملم/يوم) : E_L

زئبق

حيث يستمر التبخر لحين وصول $e_a = e_w$ ، أما عندما تكون $e_w < e_a$ يحدث التكاثف.

2 . درجة الحرارة Temperature: تزداد سرعة التبخر مع زيادة درجة الحرارة عند بقاء بقية العوامل ثابتة.

٣ . الرياح Wind: الرياح تساعد في رفع بخار الماء من منطقة التبخر ومن ثم تخلق مدى أكبر للتبخر فإذا كانت سرعة الرياح كبيرة زادت معدلات التبخر لحد السرعة الحرجة والتي بعدها لا يكون لزيادة الرياح تأثير على سرعة التبخر.

٤ . الضغط الجوي Atmospheric Pressure: إذا كانت بقية العوامل ثابتة فإن الإنخفاض في الضغط البارومتري عند المرتفعات العالية يزيد من التبخر.

٥ . الأملاح الذائبة Soluble Salts : عند إذابة الملح في الماء فإن الضغط البخاري للمحلول يكون أقل مما هو عليه في حالة الماء النقي ولذا يقل من معدله في تبخر الماء.

مقاييس التبخر:

يجري قياس مقدار الماء المتبخر من سطح الماء بالطرق الآتية :

١. إستخدام بيانات قياس التبخر
٢. معادلات التبخر التجريبية
٣. الطرق التحليلية

محطات قياس التبخر توصي منظمة WMO أن يكون الحد الادنى من توزيع محطات قياس التبخر كما يأتي:

١. المناطق الجافة : محطة واحدة لكل ٣٠٠٠٠ كم^{٢}.
٢. المناطق المعتدلة – الرطبة : محطة واحدة لكل ٥٠٠٠٠ كم^{٢}.
٣. المناطق الباردة : محطة واحدة لكل ١٠٠٠٠٠ كم^{٢}.

معادلات التبخر التجريبية

تتوافر عدة من المعادلات التجريبية الموضوعة لحساب كمية التبخر بإستخدام بيانات الأنواء الجوية المتوفرة، و معظم هذه المعادلات تستند على معادلة دالتون و التي يعبر عنها بالشكل العام الآتي:

$$E_L = k\, f(u)\, (e_w - e_a)$$

حيث k : معامل ، f(u) : دالة تصحيح لسرعة الرياح

معادلة ماير Meyer Eq. :

$$E_L = k_m (e_w - e_a) (1+ U_9/16)$$

المتوسط الشهري لسرعة الرياح (كم/ساعة) عند إرتفاع ٩ متر فوق الأرض : U_9

معامل تتراوح قيمته بين (٠.٣٦ للبحيرات الكبيرة و ٠.٥ للبحيرات الضحلة الصغيرة) : K_m

معادلة روهور .Rohwer Eq :

$$E_L = 0.771 (1.465 - 0.000732 P_a) (0.44 + 0.0733 V_o) (e_w - e_a)$$

معدل قراءة البارومیتر (ملم زئبق) : P_a

معدل سرعة الريح (كم/ساعة) عند مستوى الارض والتي يمكن إعتبارها نفس السرعة : V_o
على إرتفاع ٠.٦ متر فوق الأرض

ملاحظة / تستخرج قيم e_w من جدول (٣ – ٣) ص[١٠٣] في الكتاب المنهجي.

كما تستخرج سرعة الرياح على أي إرتفاع (U_h) بمعلومية أي سرعة رياح (U) و حسب المعادلة التالية:

$$U_h = U (h)^{1/7}$$

الطرق التحليلية لتقديرالتبخر :

تصنف الطرق التحليلية لتقدير تبخر البحيرات إلى ثلاثة فئات :

١. طريقة الموازنة المائية
٢. طريقة موازنة الطاقة
٣. طريقة إنتقال الكتلة

---

١ . طريقة الموازنة المائية Water Budget Method:

$$P + V_{ig} + V_{is} = V_{og} + V_{os} + E_L + \Delta S + T_L$$

Or : $E_L = P + (V_{is} - V_{so}) + (V_{ig} - v_{og}) - T_L - \Delta S$

P : السقيط اليومي ، V_{ig} : جريان المياه الجوفية اليومي ، V_{og} : جريان التسرب الخارج (Seepage)

V_{is} : الجريان السطحي الداخل إلى البحيرة (التصريف اليومي) ، E_L : التبخر اليومي للبحيرة

V_{os} : الجريان السطحي اليومي الخارج من البحيرة ، T_L : فقدان النتح اليومي

ΔS : الزيادة في خزين البحيرة اليومي

ملاحظة / إن جميع الكميات هي بوحدة حجوم (m^3) أو بوحدات عمق (ملم) فوق مساحة معلومة.

معادلات التبخرالكلي

. معادلة بنمان Penman Equation:

$$PET = \frac{AH_n + E_a Y}{A + Y}$$

PET : التبخر الكلي الكامن اليومي (mm/day)

A : إنحدار منحني ضغط البخار المشبع مقابل درجة الحرارة ($mmHg/C^o$) يستخرج من جدول

Y : ثابت مقياس رطوبة الهواء = ٠.٤٩ ($mmHg/C^o$)

H_n : صافي الإشعاع (ملم) من مقدار الماء المتبخر لكل يوم

E_a : معيار يشمل سرعة الرياح و العجز في الإشباع

$C^o + ٢٧٣ = T_a$

$E_a = 0.35 (1 + (U_2 /160)) (e_w - e_a)$

U_2 : معدل سرعة الرياح على إرتفاع ٢ متر فوق الأرض (كم/يوم)

. معادلة بلاني – كريدل Blaney – Criddle formula :

$PET = 2.54 K F$

$$F = \Sigma P_h \overline{T_f} / 100$$

K : معامل تجريبي يعتمد على نوع المحصول (جدول ٣-٧ ص[١٠٩])

F : المجموع الشهري لمعاملات المقنن المائي لتلك الفترة

P_h : نسبة شهرية للمعدل السنوي لساعات النهار و تعتمد على خط العرض للمنطقة (جدول ٣-٦ ص[١٠٩])

T_f : المعدل الشهري لدرجات الحرارة (فهرنهايت)