

بشكل كبير بين المناطق المختلفة لسطح الأرض. إذ تتباين المعدلات في الأقاليم الرطبة الدافئة بين 600 ملم/سنة من المسطحات المائية وبين 450 ملم/سنة من سطح الأرض. في حين تتباين معدلات التبخر في الأقاليم الجافة بين 2000 ملم/سنة من المسطحات المائية وبين 100 ملم/سنة^[9] من سطح الأرض. إن التباين الكبير لقيم التبخر في الأقاليم الجافة بين المسطحات المائية وسطح الأرض يرجع إلى ندرة التساقط الجوي وجفاف سطح التربة وندرة النباتات الخضراء مما يؤدي إلى انخفاض حجم التبخر من الأراضي اليابسة، في حين يزداد التبخر من المسطحات المائية بشكل مستمر لذلك يزداد الفرق في معدلات التبخر بين اليابسة والمسطحات المائية.

العوامل المؤثرة في عملية التبخر والنتح:

Factors Effecting Evapotranspiration

إن تباين قيم التبخر والنتح تكون تبعاً لطبيعة السطح وظروفه (أرض، مياه، نبات)، وهناك جملة من العوامل التي تسهم في تباين قيم التبخر أو النتح ضمن السطح الواحد.

1- العوامل المؤثرة في التبخر من المسطحات المائية:

Factors Effecting Evaporation from Water Mass

أ- الإشعاع الشمسي: *Solar Radiation*

تعد الطاقة الشمسية المصدر الرئيس للطاقة اللازمة لتبخر المياه، إذ تعمل المياه على تحويل الإشعاع الشمسي من طاقة ضوئية إلى طاقة حرارية مما يسهم في زيادة عمليات تحول المياه إلى حالة غازية وانتقالها إلى الغلاف

الجوي. ولذلك تحدث عملية التبخر في الغالب خلال ساعات النهار الممتدة من 6 صباحاً إلى 6 مساءً لتمثل نسبة معدلها بحدود 80% من الكمية الإجمالية للتبخر اليومي. يعتمد مدى تأثير الإشعاع الشمسي في عملية التبخر بشكل أساسي على درجة الزاوية التي يشكلها الإشعاع الشمسي مع سطح الأرض وبشكل ثانوي على عدد ساعات السطوع الشمسي، إذ تزداد عملية التبخر في المناطق المدارية ولاسيما خلال موسم الصيف بسبب الإشعاع الشمسي العمودي وطول النهار بمقدار 14 ساعة، في حين ينخفض التبخر في المناطق المعتدلة والقطبية بسبب انحراف زاوية الإشعاع الشمسي على الرغم من ازدياد طول النهار ليصل إلى 24 ساعة في الدائرة القطبية، ويضعف نشاط التبخر خلال موسم الشتاء.

ب- درجة الحرارة: *Temperature*

تؤثر درجة حرارة المياه في سرعة تحول حالة المياه وانتقال جزيئاتها إلى الغلاف الجوي، إذ يستلزم تحويل 1 غرام من المياه من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية بحدود 580 سعرة حرارية، ولذلك تعمل زيادة درجة حرارة المياه على زيادة سرعة عملية التبخر.

ج- ضغط بخار الماء: *Vapour Pressure*

يتحدد حجم التبخر بمقدار الفرق بين ضغط بخار الماء في الطبقات العليا للمسطحات المائية وبين ضغط البخار في الطبقات الدنيا للغلاف الجوي، إذ ينخفض مقدار ضغط البخار في الهواء مقارنة بالمياه في أغلب الأحيان مما يسمح لعمليات انتقال جزيئات الماء من المسطحات المائية إلى الغلاف الجوي

بعد تحولها إلى الحالة الغازية. وقد يكون ضغط البخار متوازناً بين الماء والهواء عندما تصل رطوبة الهواء إلى درجة التشبع إذ يرتفع مقدار ضغط البخار في الهواء إلى أقصى درجة ممكنة لتقترب من درجة ضغط البخار في الماء مما يحد من تبخر المياه، ويمكن اعتبار مقلد الرطوبة النسبية مؤشراً قوياً لتحديد مقدار العجز في بخار الماء بين الماء والهواء.

د - الرياح: *Wind*

تؤثر خصائص الرياح على عملية التبخر من جانبيين رئيسيين هما السرعة والجفاف، إذ تزداد معدلات التبخر بزيادة سرعة الرياح ودرجة جفافها من خلال الدور الذي تقوم به في عمليات إزاحة الهواء الرطب الملامس للمسطحات المائية واستبداله بخصائص الرياح الجافة مما يؤدي إلى زيادة الفرق في مقدار ضغط البخار بين الماء والهواء فتتنشط عمليات التبخر.

هـ - التخزين الحراري: *Heat Storage*

تتباين المسطحات المائية بالمساحة والأعماق مما يؤدي إلى تباين مخزونها الحراري، ولذلك تمتلك المسطحات المائية الضخمة مخزوناً حرارياً كبيراً مقارنة بالمسطحات المائية الصغيرة مما يؤثر على معدلات التبخر السطحي. إذ تستوعب المسطحات المائية الكبيرة طاقة حرارية كبيرة خلال موسم الصيف وساعات النهار، من هنا فهي تتطلب عمليات تحول جزيئات المياه إلى الحالة الغازية وانتقالها إلى الغلاف الجوي بسرعات حرارية كبيرة جداً مما يؤدي إلى الانخفاض النسبي لمعدلات التبخر السطحي مقارنة بمعدلات التبخر من المسطحات المائية الصغيرة.

و- نوعية المياه: *Water Quality*

يتأثر مقدار ضغط بخار الماء بنوعية المياه إذ ينخفض ضغط البخار في المياه المالحة بمقدار 2% مقارنة بالمياه العذبة، ولذلك ينخفض معدل التبخر السطحي من البحيرات المالحة بمقدار يتباين بين 2-3% مقارنة بمعدل التبخر من البحيرات العذبة^[10]. كما أن عكورة المياه (*Turbidity*) تسهم في الحد من نفاذ الإشعاع الشمسي في أعماق الطبقات المائية مما يقلل من عمليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة حرارية ويسهم في انخفاض معدلات التبخر السطحي مقارنة بالمياه الشفافة (*Transparency*).

2- العوامل المؤثرة في التبخر من التربة:

Factors Effecting Evaporation From Soil

أ- رطوبة التربة: *Soil Moisture*

إن عمليات التبخر من التربة تتمثل بتبخر المياه المتواجدة في الفراغات بين الذرات الصلبة (المسامية) والتي تسمى برطوبة التربة. وعليه فعمليات التبخر من التربة تتحدد بشكل رئيس بمقدار رطوبتها، إذ تكون معدلات التبخر من التربة مساوية لمعدلات التبخر من المسطحات المائية عندما تكون التربة مشبعة بالمياه، في حين تتوقف عمليات التبخر في الترب الجافة.

ب- عمق المياه الجوفية: *Table Water*

عندما يقترب مستوى المياه الجوفية من سطح الأرض فإن معدلات التبخر من التربة تكون مساوية لمعدلات التبخر من المسطحات المائية وذلك لتشبع التربة بالمياه بشكل مستمر وإمكانية التربة على سحب الرطوبة من المياه الجوفية

حينما يعاني سطحها من العجز المائي، في حين يتوقف إمداد سطح التربة بالرطوبة من المياه الجوفية حينما يزداد عمقها عن 1 متر تقريباً.

ج- نسيج التربة: *Soil Texture*

إن حجم ذرات التربة تؤثر في مقدار رطوبة التربة وسحب المياه الجوفية، إذ يمتاز نسيج التربة الناعم بنفاذية رديئة مما يسمح بتجمع المياه على سطح التربة ويزيد من قابليتها على الاحتفاظ بالماء وينشط الخاصية الشعرية وسحب المياه الجوفية، في حين ينخفض مدى تأثير الخاصية الشعرية إلى 85 سم في الترب المزيجية والى 70 سم في الترب الرملية الناعمة والى 35 سم في الترب الرملية الخشنة.

د- الغطاء النباتي: *Vegetation*

إن ازدياد كثافة الغطاء النباتي يعمل على انخفاض معدلات التبخر من رطوبة التربة، وذلك لكون الغطاء النباتي يشكل ما يشبه المظلة مما يحد من مقدار الإشعاع الشمسي الواصل للسطح ويسهم في انخفاض درجة حرارة التربة خلال موسم الصيف وساعات النهار، كما يسهم الغطاء النباتي في الحد من سرعة الرياح ويزيد من الرطوبة الجوية بفعل عمليات النتح. وبذلك ينخفض معدل التبخر في الترب التي تشغلها الغابات بمقدار 70% من معدلات التبخر في المناطق المكشوفة.

3- العوامل المؤثرة في عملية النتح:

Factors Effecting Transpiration

إن عملية النتح تتأثر بالعوامل المناخية المؤثرة نفسها في عملية التبخر كالإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة الجوية والرياح، غير أن مقدار النتح