ثانياً: التبخر – النتح: *Evapotranspiration*

التبخر (*Evaporation*) هو عملية تحول المياه الموجودة في المسطحات المائية والترب من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية وانطلاقها إلى الجو. ويحدث التبخر حينما يتصل هواء غير مشبع بسطح رطب من خلال عملية الانتشار (*Diffusion*) ويتمثل السطح الرطب في المسطحات المائية جميعها والأراضي الرطبة وحتى قطرات المطر (*Rain Drops*) المتساقطة من الغيوم.

إن المياه المتواجدة ضمن الغلاف الجوي في الحالة الغازية تسمى ببخار الماء (*Water Vapour*) أو رطوبة الهواء (*Humidity of the Air*). يعد بخار الماء من أهم الغازات المكونة للهواء على الرغم من انخفاض نسبة البخار بمقدار يتراوح ما بين 0– 4% من إجمالي الغازات المكونة للهواء[7]، إلا أنه يعد من أهم الغازات المكونة للهواء وذلك بسبب تأثيره المباشر في عمليات التكاثف والتساقط الجوي والدور الذي يحتله في تحديد درجة حرارة الهواء، مما يؤثر على الأنشطة البشرية المختلفة.

أما النتح أو التعرق (*Transpiration*) فهو عملية انتقال المياه من المسامات المتواجدة في سطح أوراق النباتات الحية وأجسادها إلى الجو بعد تحولها من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية (بخار الماء)، إذ تتحرك من النباتات الطبيعية والمحاصيل الزراعية المختلفة كميات كبيرة من بخار الماء إلى الجو تمثل بحدود 95% من الكمية الإجمالية للمياه الممتصة من الجذور النباتية[8].

إن عملية انتقال ماء التربة إلى السطح غالباً ما تكون بطيئة الحركة وعليه فإن سطح التربة يجف بسرعة مما يعمل على الحد من كمية التبخر السطحي، وفي المناطق الرطبة (*Humid Regions*) غالباً ما تكون نسبة التبخر من

سطح الأرض قليلة لكون السطح مغطى بالنباتات الطبيعية في أغلب أيام السنة، ولذلك تعد عملية النتح المحدد الرئيس للحجم الإجمالي لتبخر المياه من الجزء اليابس من سطح الأرض.

تعمل عملية النتح أو تعرق النباتات على سحب المياه المخزونة في مسامات التربة العميقة من خلال دور الأنسجة النباتية في نقل المياه من الشعيرات الجذرية المتصلة بماء التربة إلى الأوراق، مما يجعل عملية النتح في الجزء اليابس من سطح الأرض أكثر قوة وأثر وأهمية من التبخر الذي ينتهي بجفاف سطح التربة.

إن عملية الفصل والتمييز بين عملية التبخر من سطح التربة وعملية النتح من النباتات المتواجدة في التربة معقدة ويصعب إجراؤها، ولذلك يفضل الجمع بين العمليتين لتسمى بعملية التبخر- النتح (*Evapotranspiration*). وفي هذا الصدد لابد من التأكيد على ضرورة التمييز بين مصطلح التبخر- النتح الكامن (*Potential Evapotranspiration*) الذي يشير إلى كمية المياه المتبخرة من مساحة محددة من سطح الأرض التي تغطيها النباتات الخضراء ولا تعاني تربتها من العجز المائي على مدار السنة، ومصطلح التبخر- النتح الحقيقي (*Actual Evapotranspiration*) الذي يشير إلى الكمية الفعلية للمياه المتبخرة من مساحة محددة من سطح الأرض بغض النظر عن كثافة النباتات الخضراء ومقدار رطبة التربة.

يعد التبخر- النتح الكامن مفهوم مناخي نظري إذ يندر وجود مساحة على سطح الأرض ذات نباتات خضراء وتربة رطبة على مدار السنة، إذ تتباين قابلية التربة على تغذية السطح والنباتات الطبيعية بالرطوبة بين مواسم وأشهر السنة المختلفة فقد يكون سطح التربة جافاً وخالياً من النبات الطبيعي خلال موسم الصيف مما يعمل على انخفاض كمية التبخر- النتح الحقيقي ويجعل عملية

تقديره صعبة جداً . وعليه فإن أغلب طرق تقدير التبخر– النتح تفترض وجود نباتات خضراء وتربة رطبة على مدار السنة، مما يجعل التقديرات تكشف القيم الكامنة للتبخر– النتح وليست القيم الحقيقية.

التوزيع الجغرافي للتبخر السطحي: *Evaporation Distribution*

يقدر المعدل العام لحجم التبخر السطحي في الكرة الأرضية بحدود 975 ملم/سنة، ولذلك تقدر الكمية الإجمالية للتبخر السطحي بحدود 0.5 مليون كم^3/سنة (جدول 12). إن حجم التبخر السطحي غير متساوي بين اليابس والمياه، إذ يرتفع حجم التبخر في المحيطات إلى حوالي 408.488 ألف كم^3 ليمثل 83.36% من الحجم الإجمالي للتبخر السطحي في الكرة الأرضية وذلك بسبب ارتفاع معدل التبخر في المحيطات إلى 1128 ملم/سنة، في حين ينخفض حجم التبخر السطحي في القارات إلى 81.558 ألف كم^3 ليمثل حوالي 16.64% من الحجم الإجمالي للتبخر السطحي في الكرة الأرضية بسبب انخفاض معدل التبخر إلى حوالي 601 ملم/سنة. إن السبب الرئيس في الارتفاع الكبير لنسبة التبخر من المحيطات مقارنة بالقارات يرجع إلى سعة مساحة المحيطات وبمقدار 362 مليون كم^2 واستمرار عمليات التبخر على مدار السنة، أما الجزء اليابس من سطح الأرض فعلى الرغم من كون التبخر يحدث بشكل مستمر من البحيرات والمستنقعات ومجاري الأنهار إلا أن تلك المسطحات المائية لا تشغل سوى مساحة صغيرة من سطح الأرض، لذلك فإن أغلب التبخر يحدث من أسطح النباتات والتربة الرطبة، وهي محدودة في كمية المياه المتبخرة.

على الرغم من تقدير المعدلات العامة للتبخر السطحي بين المحيطات والقارات بين 1128 و601 ملم/سنة على التوالي، غير أن قيم التبخر تتباين

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 (ارض، 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