الفصل الحادي عشر

المناخ التفصيلي للأراضي الرطبة

تأثير الأراضي الرطبة على الاشعاع الشمسي:

هناك فرق كبير بين توزيع صافي الإشعاع في النظم البيئية الطبيعية المنتجة للكتلة الحيوية النباتية العالية المزودة جيدًا بالماء مقابل الأسطح الطبيعية غير الحية الجافة. في النظم البيئية، ينقسم صافي الإشعاع (Rn) بنسب متفاوتة إلى الأجزاء الأربعة التالية: التدفق الحراري الكامن (LE)، التدفق الحراري المحسوس (H)، التدفق الحراري الأرضي (G) وتخزين الطاقة (S). ويمكن وصفها باستخدام المعادلة التالية[1]:

$$R_n = LE + H + G + S$$

ينعكس الإشعاع الشمسي القادم على النباتات الواقفة جزئيًا (الالبيدو)، ولكن معظمها يخترق النباتات الواقفة (صافي الإشعاع). في النبات الواقف، يتم استخدام الإشعاع الصافي كمصدر للطاقة لتبخير الماء من النباتات بالإضافة إلى التبخر من التربة، أو يتم تحويله إلى حرارة محسوسة. ويتم استخدام نسبة صغيرة من الطاقة المشعة لتدفئة النباتات والتربة. عادة ما يتم استخدام ١-٢% فقط من صافي الإشعاع في عملية التمثيل الضوئي. ويمكن أن يمثل مجموع

([1])Jakub Brom et al., Solar energy dissipation and temperature control by water and plants, Int. J. Water, Inderscience Enterprises Ltd., Czech Republic, Vol. 5, No. 4, 2010, p.315, 316.

Scanned by TapScanner

الحرارة المحسوسة (الحرارة التي تتجلى في زيادة درجة الحرارة) والحرارة الكامنة المستخدمة في التبخر أكثر من ٩٠% من صافي الإشعاع[١].

أن الأراضي الرطبة هي أنظمة إيكولوجية يتم تزويدها بالمياه بشكل دائم أو بشكل مؤقت، و لديها أنظمة إيكولوجية فعالة للغاية في تبديد الطاقة[٢].

عادة ما يكون تدفق الحرارة الأرضية عدة عشرات من الوات بالمتر المربع. ويتناسب طرديا مع محتوى رطوبة التربة. ففي الأيام المشمسة، يعكس سطح خرساني ما يصل إلى ٢٠٠ واط م^{٢} (البيدو ٢٣%)، في حين أن سطح البحيرة لا يعكس أكثر من ٥٠ واط م^{٢} (البيدو ٦%). ولا يختلف الانعكاس كثيرًا بين أنواع النباتات المختلفة، ويبلغ حوالي ١٥٠ واط م^{٢} (البيدو ١٧%). وبالنسبة لمعظم السنة تنعكس كمية أقل من الإشعاع من النباتات التي يتم تجهيزها جيدًا بالماء[٣]. علما أن الأراضي الرطبة عادة ما تكون غنية بالماء والنباتات. يلاحظ الشكل (٢١).

تأثير الأراضي الرطبة على درجة حرارة التربة:

تتميز أرض المستنقعات صيفا ببرودتها وذلك لقلة قابلية الغطاء الذي يغطيها على توصيل الحرارة، كما يظهر تأثير قلة قابلية النباتات التي تكون

([1])Jan Pokorný et al., Wetlands as energy-dissipating systems, Journal of industrial microbiology & biotechnology Volume 37, Issue 12, Czech Republic, 2010, p.1299.

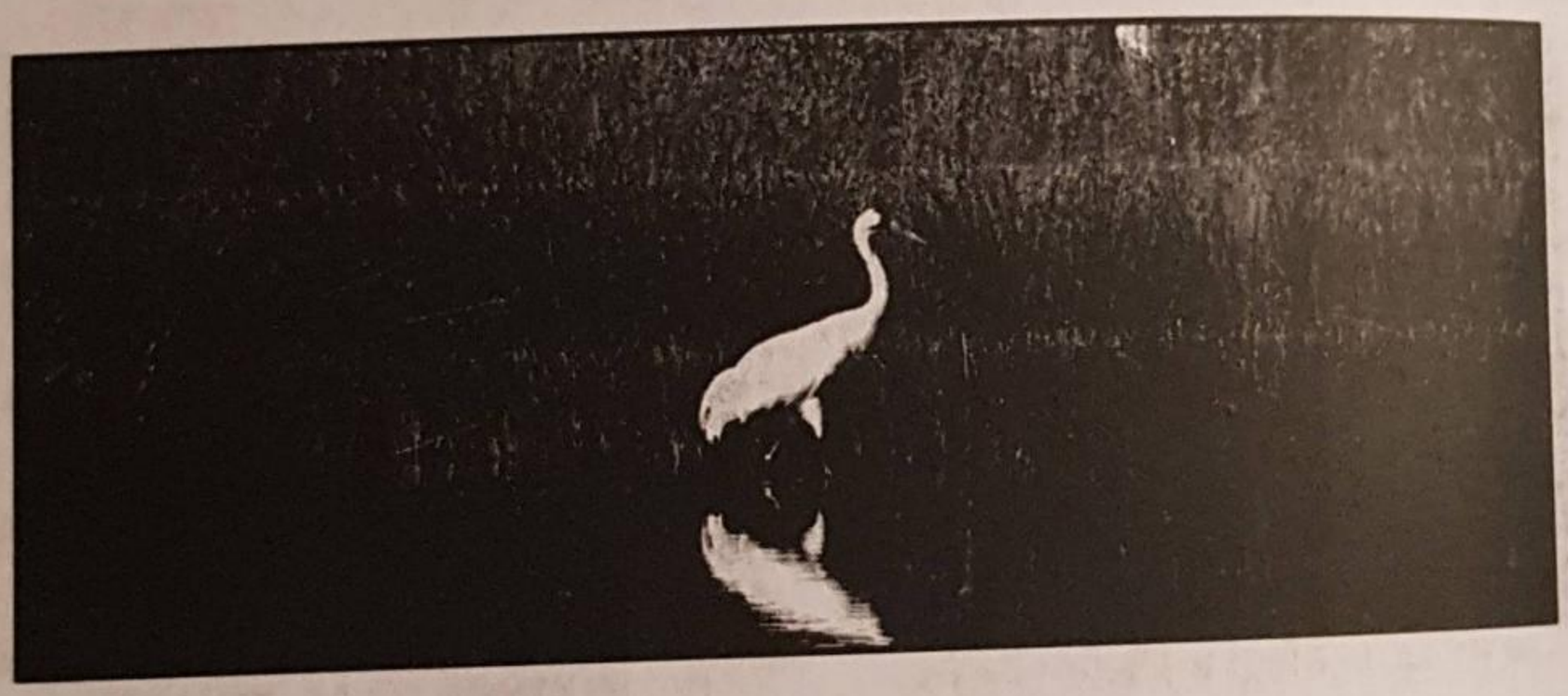
([2])Ibid, p.1300.

([3])Ibid, p.1301.

Scanned by TapScanner

منطقة المستنقعات لأخذ الحرارة في المستنقعات التي صرفت مياهها، وبينما تسخن الطبقة السطحية كثيرا في النهار فإن ظاهرة الصقيع الشديدة يمكن ملاحظتها ليلا، لذا فإن استغلال المستنقعات في الخضر والحبوب يستلزم اضافة بعض الرمل والجير وموادا اخرى يمكن بواسطتها تحسين خصائص تربة المستنقع[1].

شكل (٢١) الأراضي الرطبة.



Source: https://www.nature.org.

هناك تباين موسمي في درجة حرارة التربة و يمثل نسبة كبيرة من التباين الكلي، لكن تغيرات درجات حرارة التربة تكون بشكل أبطأ من درجة حرارة الهواء. وتؤدي زيادة أعماق المياه إلى انخفاض درجات حرارة التربة أثناء الليل، ودرجات حرارة أكثر دفئًا أثناء النهار. وتؤدي السعة الحرارية العالية للماء إلى

---

(١) علي شلش، أحمد حديد، ماجد ولي، جغرافية الأقاليم المناخية، المصدر السابق، ص١٠٢.

Scanned by TapScanner

تقليل تقلبات درجة الحرارة النهارية بشكل فعال، وتؤدي التأثيرات الهيدرولوجية إلى تغيرات مناخية واضحة في المقاييس المكانية التفصيلية(١).

أن التباين الواسع في متوسط درجات حرارة التربة الموسمية الموجودة في الأراضي الرطبة يعود الى ارتباط اختلاف المناخ التفصيلي بشكل خاص بالتنوع في تكوين مجتمع النبات الموجود في الأراضي الرطبة(٢).

لقد ثبت أن انبعاثات الميثان من الأراضي الرطبة الخثية حساسة للغاية لدرجة حرارة التربة وموقع منسوب المياه الجوفية. إذ تم قياس تدفقات الميثان من الأراضي الرطبة الخثية في كيثنيس، اسكتلندا على مدى فترة ١٤ يومًا في مايس وحزيران ١٩٩٤، إذ زاد متوسط انبعاث الميثان مع ارتفاع درجة الحرارة في النطاق ٧ – ١١ درجة مئوية تقريبًا (٥ ميكرولتر م$^{-٢}$ ساعة$^{-١}$ درجة مئوية$^{-١}$)(٣).

---

(1)Patrick A. Raney, Jason D. Fridley & Donald J. Leop.old, Characterizing microclimate and plant community variation in wetlands, Society of wetland scientists, USA, 2013, p.50.

(2)Ibid, p.52.

(3)K. J Hargreaves and D Fowler, Quantifying the effects of water table and soil temperature on the emission of methane from peat wetland at the field scale, Atmospheric environment, Volume 32, Issue 19, 1998, p.3375.

Scanned by TapScanner

تأثير الأراضي الرطبة على ميزانية الطاقة ودرجة حرارة الهواء:

من المعروف جيدًا أن الأراضي الرطبة تخلق مناخات تفصيلية ذات مقياس صغير. فدرجات حرارة الهواء داخل مجتمعات الحشائش الرطبة تكون اخفض عما هي خارج الأراضي الرطبة. وتعزى تدفقات الحرارة الأرضية المختلفة إلى اختلافات الموصلية الحرارية للتربة بين الأراضي الرطبة والاختلافات في محتوى رطوبة التربة[١].

نظرًا لأن الأراضي الرطبة هي أنظمة إيكولوجية تحتوي على كمية وفيرة من المياه، فإنها تلعب دورًا مهمًا في ميزانيات الطاقة للمناظر الطبيعية الخاصة بها نظرًا لقدرتها على تحويل تدفقات الطاقة لصالح الحرارة الكامنة. فعادة ما تكون معدلات التبخر في الأراضي الرطبة عالية، مما يشهد على كمية كبيرة من الطاقة التي يتم تبديدها من خلال هذه العملية[٢].

التبخر نتح في الأراضي الرطبة يؤثر بشكل مزدوج في تكييف الهواء الذي من خلاله يعادل اختلافات درجات الحرارة: اولا يجعل فائض الطاقة الشمسية كحرارة كامنة في بخار الماء، وثانيا. يتحرك البخار باتجاه أجزاء أكثر برودة من الغلاف الجوي حيث يتم إطلاق الطاقة. ويلعب تأثير تكييف الهواء للأراضي الرطبة دورًا مهمًا في تخفيف حدة المناخ المحلي المتطرف، وتميل خدمة النظام

(1)J. Kelvina et al., op. cit, p.379.

(2)Jan Pokorný & other, op. cit, p.1299.

Scanned by TapScanner

البيئي هذه إلى تجاهلها فيما يتعلق بوظائف الأراضي الرطبة الأخرى المعروفة مثل الاحتفاظ بالعناصر المغذية وتوفير التنوع البيولوجي العالي[1].

تؤثر الاراضي الرطبة في توزيع الطاقة الشمسية بسبب قدرتها العالية على التبخر النتح. إذ تظهر النظم البيئية للأراضي الرطبة إنتاجًا عاليًا للكتلة الحيوية بسبب الاستخدام العالي الكفاءة للطاقة الشمسية في عملية التمثيل الضوئي. وفي الأراضي الرطبة المرتبطة بالتحلل البطيء للمواد العضوية الميتة، مثل الاهوار والاراضي الموحلة يكون تراكم الكتلة الحيوية مرتفعًا أيضًا، رغم الإنتاج الأولي المنخفض للكتلة الحيوية. ومع ذلك يرتبط معظم تبادل الطاقة في الأراضي الرطبة المشبعة بالماء بالتوازن الحراري، حيث يتم تبديد أكبر نسبة من الطاقة الواردة أثناء عملية التبخر[2].

قد تنمو في الطبقة العليا للمستنقعات نباتات متنوعة كالبردي في أهوار جنوب العراق، وهو ذو خاصية رديئة في التوصيل الحراري، ونتيجة لذلك تسخن الأجزاء العليا للمستنقعات بشدة خلال أيام الصيف المشمسة، وفي الليل تبرد بشدة، علما أن قيمة التذبذب الحاد في الحرارة اليومية تنخفض تدريجيا بالتوغل

([1])Hanna Huryna, Jakub Brom & Jan Pokorny, The importance of wetlands in the energy balance of an agricultural landscape, Wetlands ecology and management journal, Volume 21, Issue 6, Springer Science, Czech Republic, 2013, p.363.

([2])Jan Pokorný & other, op. cit, p.1299.

Scanned by TapScanner

نحو الأسفل الى مستوى ٥٠ سم، حيث يكون من الصعب ملاحظة ذلك التذبذب[١].

أبلغ بروم وبوكورنو ٢٠٠٩ عن اختلافات أصغر في درجة الحرارة اليومية واتساع درجات الحرارة في الأراضي الرطبة في جمهورية التشيك نسبة إلى المراعي المستنزفة. أما أكرمان وآخرون (٢٠١١) حددت درجة حرارة أقل داخل بعض المستنقعات في المملكة المتحدة، مقارنة بخارج الأراضي الرطبة[٢].

في مستويات نباتات الأراضي الرطبة الطبيعية التي تنمو في ظل الظروف المثلى في المناطق المعتدلة، فإن تقدير متوسط إنتاج المواد الجافة السنوية لكل وحدة مساحة من الأرض هو ١ كغم م^{٢}. ويبلغ متوسط المعدل اليومي لإنتاج المواد الجافة النباتية ما يصل إلى ١٠ جم م^{٢} / يوم، وهو ما يتوافق مع متوسط تدفق الطاقة اليومي حوالي ٤ وات م^{٢}. ومعدل التمثيل الضوئي، معبراً عنه بالطاقة، يحصل إلى قيم عدة وات / م^{٢}[٣].

قد يستهلك التبخر نتح ٤٠٠ واط م^{٢} أو أكثر. إذا قارنا مساحة الأراضي الرطبة ومنطقة جافة، فإن الفرق في توزيع الطاقة الشمسية بين حرارة التبخر نتح الكامنة والحرارة المحسوسة يبلغ عدة مئات من الوات في المتر المربع في يوم صيفي مشمس. إن التبخر له تأثير مزدوج لتكييف الهواء، فهو يبرد مواقع

---

(١) أحمد سعيد حديد، فاضل باقر الحسني، حازم توفيق العاني، المناخ المحلي، المصدر السابق، ص١٧٨.

(2) J. Kelvina et al., op. cit, p.379.

Scanned by TapScanner

التبخر ذات الطاقة المفرطة، ويسخن المواقع الباردة، حيث يتكثف بخار الماء[1].

في نباتات الأراضي الرطبة الواقفة، يتم تحويل معظم الطاقة المشعة إلى حرارة كامنة لتبخر الماء (٢.٤٥ ميجا جول = ٠.٦٨ كيلو واط ساعة لكل ١ لتر من الماء عند ٢٠ درجة مئوية)، ويتم إطلاق الكمية نفسها من الطاقة أثناء عملية تكثيف بخار الماء. ويعتمد توزيع الطاقة الكلي في النظام البيئي بشكل كبير على إدارته. ففي النظم البيئية وافرة الإمداد بالمياه، مثل الأراضي الرطبة يتحول معظم مدخلات الطاقة إلى حرارة التبخر نتح الكامنة، بينما في المواقع الجافة (على سبيل المثال، المواقع التي تم تصريفها أو تفتقر إلى الغطاء النباتي) يتم تحويلها إلى حرارة محسوسة، مما يزيد بدرجة كبيرة من درجة الحرارة المحلية[2]. يلاحظ الشكل (٢٢). الذي يظهر من تحليله أنه يمكن تبديد ما يصل إلى ٧٠-٨٠% من صافي الإشعاع عن طريق التبخر نتح في الاراضي الرطبة.

بشكل عام ، لا يمكن للأرض الرطبة ذات المساحة المائية الواسعة أن تؤثر فقط على قيمة درجة الحرارة ولكن أيضًا تنظم عملية التغيير اليومي لأن الماء لديه سعة حرارية أكبر ويمكنه أيضًا تخزين وإطلاق حرارة أكثر من سطح الأرض اليابس[3].

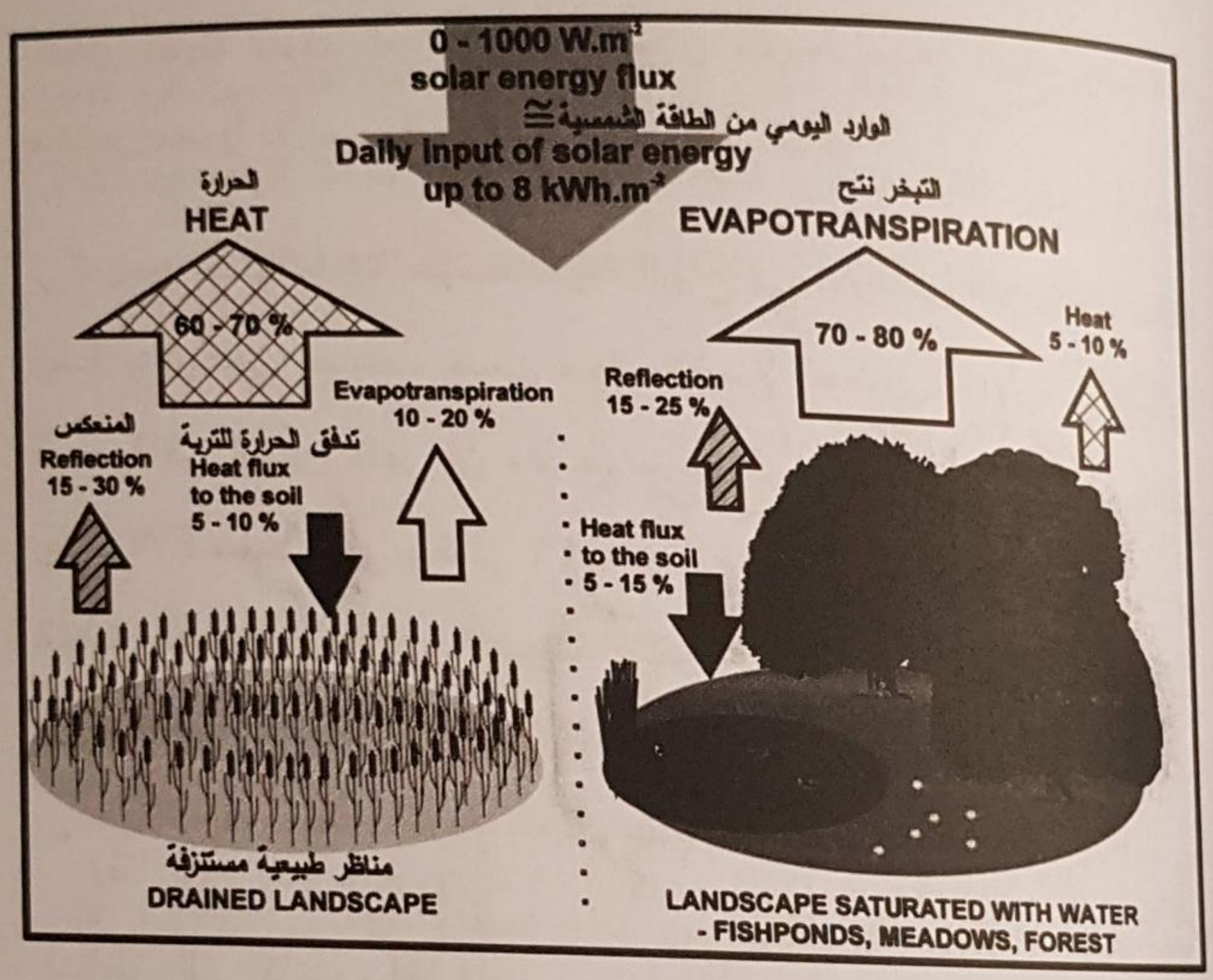
([1])Ibid, p.1301.

([2])Ibid, p.1301.

([3])Hui yun LI, Shi guo XU & Tao MA, Cold-humid effect of Baiyangdian wetland, Water Science and Engineering, Volume 5,

Scanned by TapScanner

شكل (٢٢) توزيع الطاقة الشمسية في منظر طبيعي مستنزف وفي المناظر الطبيعية التي تزود بالماء بكميات وافرة مغطى بالنباتات.



Source: Jan Pokorný & other, Wetlands as energy-dissipating systems, Journal of industrial microbiology & biotechnology Volume 37, Issue 12, Czech Republic, 2010, p.1302.

تأثير الأراضي الرطبة على الرياح:

تم جمع بيانات الأرصاد الجوية من الأراضي الرطبة المغطاة وغير المغطاة بالنباتات خلال المواسم الرطبة والجافة، وتحليلها لتقييم دور الرياح

Issue 1, Dalian University of Technology, Dalian, P. R. China 2012, p.4.

Scanned by TapScanner

والغطاء النباتي في هيدرولوجيا الأراضي الرطبة. إذ تقلصت سرعة الرياح بنسبة تصل إلى ٤٠%، مصحوبًا بتغيير ملموس في اتجاهات الرياح في الغطاء النباتي مقارنة بموقع المياه المفتوحة. وكان متوسط سرعة الرياح واتجاهها مختلفين معنوياً للأراضي الرطبة المزروعة وغير النباتية[١].

من خلال مقارنة متوسط سرعة الرياح في الأراضي التي كانت سابقا رطبة والان هي اصبحت ضمن مجال التوسع الحضري، والأراضي الرطبة المحمية في الصين ظهر أن متوسط سرعة الرياح في الأراضي التي كانت رطبة FW بلغت أعلى بمقدار ٠.٤٦ م / ثا من سرعة الرياح في الأراضي الرطبة المحمية PW في الصيف، ولكن لا يوجد فرق كبير في المواسم الأخرى[٢].

وفقا لوي زانج وآخرون ٢٠١٦ كان متوسط سرعة الرياح للنباتات في المناطق التي كانت سابقا اراضي رطبة FW أعلى بمقدار ٠.٩٣ م / ثا من سرعة الرياح في الأراضي الرطبة PW في الصيف، وترجع الزيادة في سرعة

([1])**Mohamed Moustafa and Naiming Wang, Assessment of wind and vegetation interactions in constructed wetlands, Water journal, Volume 12, Issue 7, 2020, p.1.**

([2])**Wei Zhang, Yubi Zhu and Jingang Jiang, Effect of the Urbanization ofWetlands on Microclimate: A Case Study of XixiWetland, Hangzhou, China, Sustainability journal, Volume 8, Issue 885, 2016, p.7.**

Scanned by TapScanner

الرياح في FW إلى الاتساع الأكبر لتغير المناخ، والمزيد من تدفق الهواء، وتأثير الشوارع الحضرية الضيقة[1].

للأراضي الرطبة تأثير استقرار على المناخ التفصيلي في جميع الفصول. لكن تأثير استقرار الأراضي الرطبة على سرعة الرياح هو الأكثر وضوحًا، مع معامل اختلاف Coefficient of variation (CV) يصل إلى ٣٣.٨%[2].

تأثير الأراضي الرطبة على التبخر نتح:

إن وجود المياه على سطح أرض رطبة أو بالقرب منها لفترات طويلة من الزمن يخلق تربة مشبعة وكائنات دقيقة مميزة ومجتمعات نباتية وحيوانية تميزها عن الموائل الأخرى الأكثر جفافا، وبسبب الرطوبة، فإن التبخر من الأراضي الرطبة غالبًا ما يكون أكبر بكثير من أنواع الغطاء الأرضي الأخرى. على سبيل المثال، قد يتبخر من أسرة القصب نسبة ٢٠% أكثر من العشب القصير. ففي كثير من الأراضي الرطبة، يسيطر التبخر نتح على التوازن المائي، خاصة في المناطق الرطبة والمستنقعات المرتفعة، حيث يتم التحكم في توازن الماء عن طريق التوازن بين سقوط الأمطار والتبخر نتح[3].

عادة ما تكون معدلات التبخر نتح في الأراضي الرطبة عالية مثل ٦-١٥ ملم في اليوم. ويمكن أن تكون كمية الماء المتبخرة من النباتات الواقفة في

([1])Ibid, p.8.

([2])Ibid, p.9.

([3])J. Kelvina et al., op. cit, p.378.

Scanned by TapScanner

الاراضي الرطبة أعلى من تلك التي تبخرت من سطح ماء مفتوح. وتختلف كمية المياه المستخدمة في التبخر بشكل كبير وفقًا للظروف المناخية ونوع النباتات الواقفة. يشير لارشر الى ان المعدلات اليومية القصوى للتبخر نتح تبلغ نحو ٣-٦ ملم في المراعي Pastures،، و ٨-١٥ ملم في المروج الرطبة Wet Meadows، و ٦-١٢ ملم في سرير القصب Reed Bed. كما وجد هيربست و كابن قيمًا قصوى تصل إلى ٢٠ ملم في أرض رطبة بالقصب. وتبلغ الكمية السنوية من الماء المتبخر حوالي ٣٠٠-٤٠٠ ملم في المراعي، و ١١٠٠ ملم في المروج الرطبة، و ١٣٠٠-١٦٠٠ ملم في سرير القصب[١].

كما يختلف الاستخدام المباشر للمياه الناتجة عن سقوط الأمطار في عملية التبخر نتح وفقًا للظروف المناخية ونوع النباتات الواقفة. إذ يساهم التبخر المباشر للأمطار المعترضة بشكل كبير في إجمالي التبخر، على سبيل المثال، في المستنقعات أو غابات الأراضي الرطبة ذات المظلة الكثيفة. في الأراضي الرطبة، على سبيل المثال، أحواض القصب، قد يتجاوز مجموع التبخر نتح مجموع الأمطار الساقطة للفترة الزمنية نفسها بأكثر من ٥٠%. وفي معظم النظم البيئية الأرضية، من ناحية أخرى، عادة ما يكون مجموع التبخر النتح أقل من مجموع الأمطار الساقطة، وبعضها يتم فقده من خلال تصريف المياه السائلة[٢].

أظهرت المقارنة بين منطقتين من الأراضي الرطبة أن الاختلاف في معدلات التبخر نتح يعزى إلى اختلاف الكتلة الحيوية وتدفقات الحرارة الأرضية.

---

(1) Jan Pokorný op. cit, p.1299, 1302.

(2) Ibid, p.1299, 1302.

Scanned by TapScanner

إذ تم قياس التبخر نتح في المروج الرطبة وكانت النسبة ٣٠% أكثر من المراعي والحقول الصالحة للزراعة، مما يشير إلى أن هذا يساهم بشكل كبير في تبريد المناظر الطبيعية الزراعية(١).

يتبخر من المستنقعات في جنوب العراق مياه كبيرة وهذا التبخر يعتمد اساسا على عمق المياه الجوفية، وكذلك على درجة حرارة الهواء، ورطوبته، ومساحة السطح المائي، وحرارة الجزء الذي يحوي المياه، وسرعة الرياح(٢).

أبلغت العديد من الدراسات عن تقديرات مختلفة للتبخر بالنتح عند استخدام بيانات الأرصاد الجوية التي تم جمعها داخل الأراضي الرطبة ومن محطات الطقس القريبة الواقعة خارج الأراضي الرطبة، ويعود ذلك الى تأثير المناخ المحلي داخل الأراضي الرطبة، إلى حد أن تقديرات التبخر نتح المرجعي المستمدة من محطات الطقس لا تتأثر بوجود الأراضي الرطبة(٣).

تأثير الأراضي الرطبة على رطوبة الهواء:

يمكن أن تتأثر رطوبة الهواء في الأراضي الرطبة بشكل كبير بالتبخر النتح النباتي وتبخر الماء، ويمكن العثور على اختلافات في الرطوبة بين الأراضي الرطبة والمناطق المحيطة بها(٤).

---

(1)J. Kelvina et al., op. cit, p.379.

(٢)أحمد سعيد حديد، فاضل باقر الحسني، حازم توفيق العاني، المناخ المحلي، المصدر السابق، ص١٧٨.

(3)J. Kelvina et al., op.cit, p.379.

(4)Hui yun LI, Shi guo XU & Tao MA, op. cit, p.4.

Scanned by TapScanner

أن رطوبة الهواء فوق المستنقعات تكون أعلى قيمة منها فوق المناطق المجاورة أثناء الفصل الدافئ من السنة[١].

إن للمستنقعات مناخ رطوبي تفصيلي خاص بها، (فالهواء فوقها ذو رطوبة عالية كمستنقعات الحشائش، اما فوق مستنقعات الطحالب فالرطوبة لا تكون عالية الا في ساعات الليل، حيث تبرد بشدة، فينجم عنها تكوين الضباب قريبا من سطح الأرض[٢]).

اظهرت المقارنة بين حالة الرطوبة النسبية للنوع الانتقالي وهو النوع الكائن بين مستنقعات الحشائش ومستنقعات الطحالب وحالة الرطوبة النسبية في أحد الوديان الجافة، اختلافات كبيرة على ارتفاع ٢ متر، كما ظهر أن متوسط الرطوبة فوق المستنقعات أعلى قليلا ايضا[٣].

ان الرطوبة نهارا فوق مستنقعات الطحالب أقل منها فوق المروج، لذا فإن التأكيد على قلة التبخر فوقها اصبح ثابتا. أما في الليل فإن الصورة تصبح عكس سابقتها، حيث أن الرطوبة العالية في المستنقعات ترتبط بانخفاض درجات الحرارة[٤].

---

(١) احمد سعيد حديد، فاضل باقر الحسني، حازم توفيق العاني، المناخ المحلي، المصدر السابق، ص١٧٨.

(٢) علي شلش، أحمد حديد، ماجد ولي، جغرافية الأقاليم المناخية، المصدر السابق، ص١٠١.

(٣) المصدر نفسه، ص١٠١.

(٤) المصدر نفسه، ص١٠١، ١٠٢.

Scanned by TapScanner

تلعب رطوبة الاراضي الرطبة دورا مهما فيما يسمى بتبريد الرطوبة للأراضي الرطبة، الذي يعتمد تأثيرها بشكل أساس على الاختلافات في الظروف الطبيعية بين الأراضي الرطبة والمناطق المحيطة بها. وكلما كانت الظروف الطبيعية مختلفة، زاد وضوح الوظيفة التنظيمية للمناخ. وبشكل عام، الوظائف التنظيمية للأراضي الرطبة للمناخ أقوى بكثير في المناطق الجافة[١].

تأثير الأراضي الرطبة على التساقط:

تعد الأراضي الرطبة مكونًا مهمًا في المناظر الطبيعية لا سيما في العديد من المناطق الاستوائية المنخفضة. بالمقارنة مع محيطها، إذ توفر الأراضي الرطبة تدفقات متناقضة بشدة من الحرارة المعقدة والكامنة في الغلاف الجوي، مع إمكانية التأثير على سقوط الأمطار بالحمل محليًا وإقليميًا[٢]. إذ يمكن أن يساهم وجود النباتات في الأراضي الرطبة في زيادة كمية التساقط محليا[٣].

([1])Hui Yun LI, Shi Guo XU & Tao MA, op. cit, p.5.

([2])Taylor Christopher, Dadson Simon & Prigent Catherine, Assessing the impact of African wetlands on rainfall, EGU General Assembly, Vienna, Austria, 2015. https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2015EGUGA..1712503T/abstract.

([3])United nations educational, scientific and cultural organization, Nature-based solutions for water, Un water report, UNESCO, Paris, France, 2018, p.27.

Scanned by TapScanner

تأثير الأراضي الرطبة على التجمد:

تؤدي الظروف المناخية في العروض العليا الى تجمد المسطحات المائية، لكن تجمد المستنقعات يحصل لها في وقت متأخر بالمقارنة مع الوديان الجافة، فضلا عن انه عمق التجمد في تلك السطوح المائية يكون أقل، واذا ما تكون الغطاء الثلجي قبل أو اثناء فترة حدوث ظاهرة الصقيع، فإن هذه المسطحات المائية لا تتجمد، أو بمعنى آخر أنه لن يصيب التجمد الا اعماقا قليلة، وأن سرعة التجمد تكون بطيئة[1].

---

[1] أحمد سعيد حديد، فاضل باقر الحسني، حازم توفيق العاني، المناخ المحلي، المصدر السابق، ص١٧٩.

Scanned by TapScanner