ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN LƯỢNG BỐC THOÁT HƠI TIỀM NĂNG

Đinh Thị Hiền và Ngô Trọng Thuận
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Bốc thoát hơi đóng vai trò quan trọng trong tính toán cân bằng nước lưu vực và nhu cầu nước của cây trồng. Tuy nhiên, đánh giá mức độ thay đổi của bốc thoát hơi nước là một vấn đề rất phức tạp. Để đơn giản, việc đánh giá tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đến bốc thoát hơi và nhu cầu nước được tiến hành thông qua lượng bốc thoát hơi tiềm năng ET0.

Trên cơ sở sử dụng công thức tính ET0 do Thornthwaite đề xuất vào năm 1948, số liệu nhiệt độ trung bình trong thời kì nền và mức thay đổi nhiệt độ theo kịch bản biến đổi khí hậu B2 tại trạm Tuyên Quang, đã xác định được mức độ thay đổi của ET0 và nhu cầu nước cho cây lúa trên diện tích sản xuất của tỉnh Tuyên Quang đến 2020, 2030 và 2050.

Từ khóa: Bốc thoát hơi tiềm năng, nhu cầu nước cây trồng.

1. Mở đầu

BĐKH được thể hiện bởi sự thay đổi của các yếu tố khí tượng và hiện tại được đánh giá cụ thể đối với lượng mưa và nhiệt độ không khí. Nhiệt độ tăng làm gia tăng lượng bốc thoát hơi trên lưu vực sông, ảnh hưởng trực tiếp đến cân bằng nước lưu vực, gia tăng nhu cầu nước cho cây trồng. Tuy nhiên, đánh giá sự thay đổi của bốc thoát hơi là một vấn đề rất phức tạp, vì vậy, việc đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước cũng như nhu cầu nước được tiến hành thông qua lượng bốc hơi tiềm năng ET_0.

Bốc thoát hơi bao gồm hai quá trình riêng rẽ, bao gồm nước bốc hơi từ mặt thoáng và quá trình thoát hơi từ cây trồng. Hai quá trình này diễn ra phụ thuộc vào thảm phủ.

Bốc hơi chính là quá trình trong đó nước ở thể lỏng chuyển thành hơi và được mang đi khỏi bề mặt bốc hơi. Nước có thể bốc hơi từ các hình thể rất đa dạng của bề mặt như ao, hồ, sông ngòi, đất đai, mặt đường, thực vật ẩm ướt. Để chuyển hóa nước từ thể lỏng sang thể hơi, phải tiêu hao một năng lượng nhất định. Năng lượng này được lấy từ bức xạ mặt trời trực tiếp và nhiệt độ không khí ở xung quanh. Khi quá trình bốc hơi diễn ra, không khí xung quanh dần dần trở nên bão hòa, và vì thế, quá trình bốc hơi cũng sẽ dần chậm lại, thậm chí có thể chấm dứt, nếu như không khí ẩm ướt không được chuyển dịch vào bầu khí quyển. Sự thay thế của không khí ẩm ướt bằng không khí khô hơn phụ thuộc rất lớn vào tốc độ gió. Vì thế, để đánh giá quá trình bốc hơi, cần phải xem xét đến yếu tố bức xạ mặt trời, nhiệt độ và độ ẩm không khí, tốc độ gió. Đây chính là các yếu tố khí tượng, có ảnh hưởng đến quá trình bốc hơi.

Nếu như quá trình bốc hơi diễn ra trên mặt đất thì cũng phải xét đến mức độ che phủ của tán lá cây và lượng nước có sẵn ở tầng đất mặt. Lượng nước mưa rơi, nước do tưới định kì và lượng nước ở tầng nông được dẫn lên tầng đất mặt là những nguồn cấp ẩm cho tầng đất mặt. Khi tầng đất có đủ khả năng cấp nước cho quá trình bay hơi thì lượng bốc hơi từ mặt đất được xác định chỉ bằng các điều kiện khí tượng. Khi tầng đất mặt thiếu nước, lượng bốc hơi giảm đi rất nhanh, thậm chí có thể chấm dứt trong phạm vi một vài ngày.

Hiện tượng thoát hơi nước bao gồm quá trình bay hơi nước chứa trong các mô ở lá cây và quá trình đưa hơi nước vào bầu khí quyển. Cây cối mất nước chủ yếu thông qua các khí khổng ở lá cây. Nước ở trong đất cùng với một số chất dinh dưỡng được rễ cây hút rồi vận chuyển trong thân cây. Quá trình hóa hơi nước diễn ra ngay trong lá cây, mà cụ thể là ở khí khổng. Hầu hết nước trong cây bị mất đi do quá trình thoát hơi, và chỉ

Người đọc phản biện: TS. **Ngô Tiến Giang**

một phần rất nhỏ được cây sử dụng.

Tương tự như bốc hơi, hiện tượng thoát hơi phụ thuộc vào sự cung cấp năng lượng, građiăng áp suất hơi nước và gió. Vì vậy, các nhân tố ảnh hưởng chính đến thoát hơi nước là bức xạ, nhiệt độ và độ ẩm không khí, tốc độ gió. Ngoài ra, lượng nước có sẵn trong đất và khả năng dẫn nước trong đất đến rễ cây cũng là những nhân tố có ảnh hưởng đến thoát hơi nước. Và cuối cùng, lượng thoát hơi nước còn chịu tác động bởi đặc tính của cây cối, vấn đề môi trường và tình hình canh tác thực tế. Các loại cây trồng khác nhau có mức thoát hơi nước khác nhau. Ngay một loại cây nhất định, trong từng giai đoạn sinh trưởng và hình thức quản lí cũng có mức thoát hơi khác nhau.

Bốc thoát hơi tiềm năng (hay cũng được gọi là bốc thoát hơi tham chiếu [3, 4]) là "lượng nước tối đa có thể bốc thoát hơi từ một thảm cỏ dày,sinh trưởng phát triển đồng đều, cao 10 - 12 cm, trong điều kiện nước cung cấp không bị hạn chế" hay còn gọi là bề mặt tiêu chuẩn", được kí hiệu là ET_0 (evapotranspiration).

Vì ET_0 chỉ bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khí hậu nên người ta cũng xem ET_0 như là một thông số khí hậu, được xác định từ các thông số khí hậu [1]. ET_0 biểu thị cho nhu cầu nước tối đa của cây trồng [8].

2. Phương pháp tính ET_0 và số liệu sử dụng

Hiện có nhiều công thức được sử dụng để tính v. Có thể nói đến một số công thức thông dụng nhất như:

- Công thức Penman - Monteith sử dụng cho bước thời gian tính toán ngày [5]:

$$ET_0 = \frac{0{,}408\Delta(R_n - G) + \gamma\frac{900}{T+273}U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0{,}34U_2)} \quad (1)$$

Trong đó: v là bốc thoát hơi trong điều kiện tiêu chuẩn (mm/ngày); Rn là trực xạ tại bề mặt có cây trồng; G là mật độ dòng nhiệt trong đất; T là nhiệt độ không khí trung bình ngày tại độ cao 2 m (^{0}C); U2 là tốc độ gió tại độ cao 2 m (m/s); es là áp suất hơi nước bão hòa; ea là áp suất hơi nước thực tế; (es - ea) là độ hụt bão hòa; Δ là độ dốc đường cong áp suất hơi; γ là hằng số thực nghiệm; es được tính theo công thức:

$$e_s = \frac{1}{2} \times [e^0(t_{max}) + e^0(t_{min})]$$

với e^0() là hàm hơi nước bão hòa, t_{max} và t_{min} là nhiệt độ không khí lớn nhất và nhỏ nhất [3, 4].

- Công thức Thornthwaite được đề xuất vào năm 1948 [2], có dạng như sau:

$$ET_0 = 16\left(\frac{10t_i}{I}\right)^a \quad (2)$$

Trong đó: ET_0 là bốc thoát hơi (mm/tháng); ti là nhiệt độ trung bình tháng i (^{0}C); I là chỉ số nhiệt cho 12 tháng trong năm, được xác định theo công thức:

$$I = \sum_{i=1}^{12}\left(\frac{t_i}{5}\right)^{1,514}$$

Trong đó: i là các tháng trong một năm;

$$a = 6{,}75.10^{-7}.I^3 - 7{,}71.10^{-5}.I^2 + 1{,}8.10^{-2}.I + 0{,}49$$

- Công thức Blaney-Criddle được đề xuất năm 1950 như sau:

$$ET_0 = p.(0{,}46\ .ttb + 8) \quad (3)$$

Trong đó: ET_0 là tính bằng mm/ngày; ttb là nhiệt độ trung bình tháng (^{0}C), tính theo công thức:

$$t_{tb} = \frac{1}{2}(t_{max} + t_{min})$$

p là tỉ lệ của số giờ nắng lớn nhất có thể trung bình tháng trong năm [4].

- Công thức Hargreaves được đề xuất năm 1985 có dạng:

$$ET_0 = 0{,}0023(t_{tb} + 17{,}8)\left(\sqrt{t_{max} - t_{min}}\right)R_a \quad (4)$$

Trong đó: t_{tb}, t_{max}, t_{min} lần lượt là nhiệt độ không khí trung bình ngày, nhiệt độ không khí cao nhất và thấp nhất trong ngày; R_a là bức xạ ở đỉnh khí quyển.

- Công thức Hamon được đề xuất năm 1987 có dạng:

$$ET_0 = \frac{2{,}1.R_t^2.e_s}{t_{tb} + 273{,}2} \quad (5)$$

Với Rt là số giờ nắng trung bình trong ngày.

- Công thức dựa vào trực xạ Rn:

$$ET0 = 0{,}489 + 0{,}289.Rn + 0{,}023.ttb \quad (6)$$

Trong quá trình tính toán, đánh giá, đã sử dụng số liệu nhiệt độ trung bình các tháng trong

thời kì nền (đến 2000) tại trạm Tuyên Quang, đại diện cho vùng núi phía Bắc Việt Nam và thông tin thay đổi nhiệt độ các mùa xuân, hè, thu, đông đến năm 2020, 2030 và 2050 trong kịch bản B2, Kịch bản BĐKH và nước biển dâng [6].

2. Kết quả

Nhiệt độ trung bình tháng trong thời kì nền tại trạm Tuyên Quang được trình bày trong bảng 1.

Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (tháng 12 - 2), xuân (tháng 3 - 5), hè (tháng 6 - 8) và thu (tháng 9 - 11) trong kịch bản B2 tại trạm Tuyên Quang như bảng 2 [6].

Bảng 1. Nhiệt độ trung bình tháng tại Tuyên Quang- Thời kì nền

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T(^{0}C)	16,1	17,2	20,3	24,1	27,3	28,5	28,5	28,0	27,0	24,4	20,8	17,5

Bảng 2. Mức tăng nhiệt độ trung bình (^{0}C) các mùa tại Tuyên Quang

Năm	2020	2030	2050
Đông	0,6	0,8	1,5
Xuân	0,5	0,7	1,4
Hè	0,4	0,7	1,2
Thu	0,5	0,8	1,5

- Giả thiết mức tăng nhiệt độ trung bình tháng tương tự như mức tăng nhiệt độ trung bình mùa sẽ dự tính được nhiệt độ trung bình các tháng trong năm 2020, 2030 và 2050 (bảng 3).

- Căn cứ công thức (2), xác định được ET_0 trong điều kiện bề mặt chuẩn cho thời kì nền và các năm 2020, 2030 và 2050 (bảng 4).

- Căn cứ công thức (2), xác định được ET_0 trong điều kiện bề mặt chuẩn cho thời kì nền và các năm 2020, 2030 và 2050 (bảng 4).

- Công thức (2), được xác định trong điều kiện mỗi tháng có 30 ngày và trong mỗi ngày có 12 giờ nắng. Thực tế, số ngày trong các tháng thay đổi từ 28 đến 31; thời gian nắng trong ngày cũng thay đổi theo mùa và vị trí trạm, tức là theo vĩ độ địa lí. Vì vậy, các giá trị ET_0 trong bảng 4 phải được hiệu chỉnh bởi một hệ số C, thay đổi theo tháng và vĩ độ. Giá trị của hệ số C trong từng tháng trong năm đã được xác định theo vĩ độ và được cho trong một bảng tra sẵn [2]. Bảng 5 và hình 1 thể hiện giá trị ET_0 từng tháng, đã được hiệu chỉnh theo vĩ độ của trạm Tuyên Quang.

Bảng 3. Nhiệt độ trung bình các tháng (dự tính) trong các năm tại Tuyên Quang

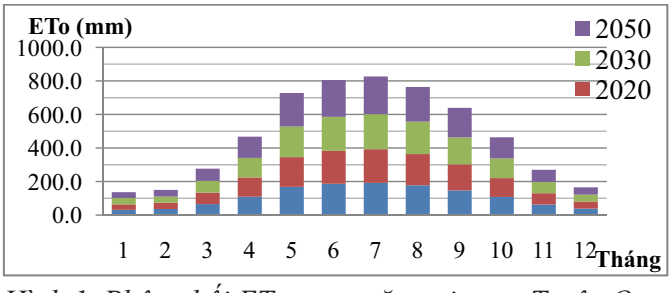
Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2020	16,7	17,8	20,8	24,6	27,8	28,9	28,9	28,4	27,5	24,9	21,3	18,1
2030	16,9	18,0	21,0	24,8	28,0	29,2	29,2	28,7	27,8	25,2	21,6	18,3
2050	17,6	18,7	21,7	25,5	28,7	29,7	29,7	29,2	28,5	25,9	22,3	19,0

Bảng 4. ET_0 từng tháng các năm tại trạm Tuyên Quang (mm)

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nền	32,8	39,6	63,7	104,0	148,6	168,0	168,0	159,7	144,0	107,8	68,3	41,6
2020	34,4	41,6	66,3	109,4	157,6	176,9	176,9	167,9	152,5	113,0	71,2	43,8
2030	34,6	41,9	67,1	111,4	161,3	183,4	183,4	174,0	157,8	117,0	73,1	44,1
2050	36,3	44,2	71,5	120,4	176,4	197,0	197,0	186,5	172,4	126,6	78,1	46,5

Bảng 5. Giá trị ET_0 đã hiệu chỉnh tại trạm Tuyên Quang (mm)

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Hệ số C	0,95	0,90	1,03	1,05	1,13	1,11	1,14	1,11	1,02	1,00	0,93	0,94	
Nền	31,2	35,6	65,6	109,2	167,9	186,5	191,5	177,3	146,9	107,8	63,5	39,1	1322,1
2020	32,7	37,4	68,3	114,9	178,0	196,4	201,7	186,4	155,6	113,0	66,2	41,2	1391,8
2030	32,9	37,7	69,1	117,0	182,3	203,6	209,0	193,1	161,0	117,0	68,0	41,4	1432,1
2050	34,5	39,8	73,6	126,4	199,3	218,7	224,6	207,0	175,8	126,6	72,6	43,7	1542,6



Hình 1. Phân phối ET_0 trong năm tại trạm Tuyên Quang

Từ bảng 5 và hình 1 có thể rút ra nhận xét sau:

- Vào thời kì mùa xuân, ET_0 trong tháng 5 tăng rõ rệt so với tháng 4 do nhiệt độ trong tháng 5 tăng cao;

- Nhiệt độ trung bình trong các tháng mùa thu giảm nhanh, vì thế ET_0 trong các tháng mùa thu cũng giảm nhanh;

- Nhiệt độ trung bình trong các tháng mùa đông giảm thấp và đạt mức thấp nhất trong năm vào tháng 1, ET_0 cũng có giá trị cực tiểu;

- Do BĐKH, ET_0 liên tục tăng. So với thời kì nền, ET_0 vào năm 2020, 2030 và 2050 tăng lần lượt là 69,7; 40,3 và 110,5.

Để xác định ETc cho một cây trồng cụ thể, cần phải hiệu chỉnh giá trị ET_0 trong bảng 5 bằng 1 hệ số kc, thay đổi theo từng thời kì sinh trưởng. Đối với cây lúa nước, ở Bắc Bộ nước ta, theo [7], trị số kc như bảng 6.

Sử dụng giá trị kc trung bình, xác định được ETc cho cây lúa nước trong các tháng như trong bảng 7.

Bảng 6. Trị số kc cho cây lúa nước ở Bắc Bộ

Thời kì	Gieo hạt	Phát triển	Kết hạt	Thu hoạch	Trung bình
k_c	1,1÷1,15	1,1÷1,5	1,1÷1,3	0,95÷1,05	1,19

Bảng 7. Giá trị ETc cho cây lúa nước ở Bắc Bộ (mm)

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Nền	37,1	42,4	78,1	130,0	199,8	221,9	227,9	211,0	174,8	128,3	75,6	46,5	1573,4
2020	38,9	44,5	81,3	136,7	212,0	233,7	240,0	221,8	185,2	134,5	78,8	49,0	1656,4
2030	39,2	44,9	82,2	139,2	216,9	242,3	248,7	229,8	191,6	139,2	80,9	49,3	1704,2
2050	41,0	47,4	87,6	150,4	237,2	260,2	267,3	246,3	209,2	150,6	86,4	52,0	1835,6

- Để tính toán nhu cầu nước, chọn cây lúa nước là một cây trồng chính ở Tuyên Quang. Theo nghị quyết 08/NQ-CP, ngày 09/01/2013 về quy hoạch sử dụng đất đến 2020 và 5 năm 2011-2015, diện tích sản xuất lúa nước ở Tuyên Quang là 25.845 ha. Diện tích này được giả thiết là ổn định đến năm 2050. Trong năm có 2 vụ lúa chính là lúa xuân và lúa mùa. Mỗi vụ lúa xuân và mùa lại gồm 3 nhóm: sớm, chính vụ và muộn. Để đơn giản, chỉ xét đến nhóm lúa chính vụ. Thời vụ của hai nhóm lúa xuân và mùa chính vụ như trong bảng 8.

Tổng nhu cầu nước trong vụ lúa xuân (từ tháng 1 - 6) và lúa mùa (từ tháng 6 - 11) được thể hiện trong bảng 9.

Bảng 8. Thời vụ của hai nhóm lúa chính vụ

Lúa	Gieo	Cấy	Thu hoạch	Thời gian vụ
Xuân	5 đến 20/1	20 đến 25/2	1 đến 15/6	1 đến 6
Mùa	1 đến 10/6	10 đến 20/6	25/10 đến 10/11	6 đến 11

Bảng 9. Tổng nhu cầu nước trong vụ xuân và mùa trong các thời kì tại Tuyên Quang

Vụ	Xuân			Mùa		
	mm	m^3	Mức tăng %	mm	m^3	Mức tăng %
Nền	709,3	183.318,6		1.039,5	268.658,8	
2020	747,1	193.088,0	5,3	1.094,0	282.744,3	5,2
2030	764,7	197.636,7	7,8	1.132,5	292.694,6	9,0
2050	823,8	212.911,1	16,1	1.220,0	315.309,0	17,4

Như vậy, nhu cầu nước cho lúa mùa cao hơn so với lúa xuân vì nhiệt độ trong vụ mùa cao hơn so với vụ xuân. Tuy nhiên, do trong thời gian vụ mùa có lượng mưa cao hơn nhiều so với thời gian vụ xuân, vì vậy, nhu cầu nước tưới thực tế cho lúa mùa không nhiều. Nếu trong thời kì vụ xuân xuất hiện khô, hạn thì lượng nước tưới thực tế sẽ có thể rất cao. So với thời kì nền, nhu cầu nước cho vụ lúa xuân đến năm 2020, 2030 và 2050 tăng lần lượt là 5,3; 7,8 và 15,9%, trong khi nhu cầu nước cho vụ lúa mùa tăng lần lượt là 5,2; 9, 7 và 17,4%.

3. Kết luận

Thông quá tính toán ET0 theo công thức do Thornthwaite đề xuất và ETc cho các thời kì nền, 2020, 2030 và 2050, có thế thấy rằng, nhu cầu nước của cây lúa ở Tuyên Quang tăng rõ rệt do sự gia tăng nhiệt độ vì sự biến đổi khí hậu. Nhu cầu nước tăng đòi hỏi gia tăng lượng nước tưới, bảo đảm sự phát triển bình thường của cây lúa. Do đó, cần phải tiến hành các biện pháp bảo vệ tài nguyên nước, sử dụng tiết kiệm nước trong điều kiện biến đổi khí hậu để có đủ nước tưới cho cây lúa nói riêng và các cây trồng khác nói chung, đặc biệt trong giai đoạn mùa khô.

Tài liệu tham khảo

1. Richard G.Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes và Martin Smith: Crop Evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 56.1990.

2. C. W. Thornthwaite: An Approach toward a Rational Classification of Climate, Geographical Review, Vol.38, No.1, (Jan., 1048).

3. O.Alkaeed, C. Flores, K. Jinno và A. Tsuitsumi: Comparison of several Reference Evapotranspiration Methods for Itoshima Peninsula Area, Fukuoka, Japan, Memoirs of the Faculty of Engineering Kyushu University, Vol.66, No.1, March 2006.

4. M. M. Maina, M. S. M. Amin, W. Aimrun và T. S. Asha: Evaluation of Different ETo Calculation Methods: A Case Study in Kano State, Nigeria, Philipp. Agric. Scientist, Vol.95, No.4, December 2012.

5. E. Karlsson, L. Pomade: Methods of estimating potential and actual evaporation, Department of Water Resources Engineering Sacramento, California, 30. Jan. 2014.

6. Bộ Tài nguyên và Môi trường: Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, 2012.

7. Lê Anh Tuấn: Giáo trình hệ thống tưới tiêu – Chương 3: Nhu cầu nước của cây trồng. www.leanhtuan.com.

8. Đoàn Doãn Tuấn và nnk: Nhu cầu nước, chế độ tưới thích hợp cho lúa được canh tác theo phương pháp truyền thống và cải tiến ở Đồng bằng Bắc Bộ, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam www.vawr.org.vn.

INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION

Dinh Thi Hien and Ngo Trong Thuan

Viet Nam Institute of Meteolorogy, Hydrology and Climate Change

Evaporation plays an important role for calculating basin water balance and crop water demand. However, it is very complicated to assess the change of evapotranspiration (ET). To simplify, the impact of climate change on ET and water demand is carried out throught potential evapotranspiration ET0.

Based on the application of the formula proposed by Thornthwaite in 1948, mean temperature in the base line period and change rate on the scenario B2 at Tuyen Quang station, the variation of ET0 and water demand in rice cultivable land Tuyen Quang province to 2020, 2030 and 2050 were calculated.

Key words: Evapotranspiration, crop water demand.