NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CHỈ SỐ HẠN PALMER ĐỂ NHẬN ĐỊNH DIỄN BIẾN HẠN VÙNG ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ

Nguyễn Văn Thắng, **Ngô Tiền Giang**, **Nguyễn Đăng Mậu**
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường
Trần Minh Tuyến
Vụ Quản lý công trình Thủy lợi -Tổng cục Thủy lợi- Bộ Nông nghiệp và PTNT

Bài báo đánh giá khả năng sử dụng chỉ số Palmer về mức khắc nghiệt hạn trong việc nhận định diễn biến hạn hán một số điểm ở Đồng bằng Bắc Bộ. Để tính chỉ số Palmer, đã bước đầu nghiên cứu xác định trữ lượng ẩm hữu hiệu dựa trên kết quả nghiên cứu của FAO. Với chuỗi số liệu 1961-2010, đã phát hiện được những đợt hạn kéo dài, và cả những đợt hạn xảy ra trong mùa mưa (mùa sinh trưởng). Đây là một trong những nguyên nhân gây thiệt hại không nhỏ cho sản xuất nông nghiệp cũng như gia tăng chi phí thủy lợi ở vùng này.

Từ khóa: Hạn hán, Chỉ số hạn, PDSI

1. Giới thiệu

Hạn hán và lụt lội ở nhiều nơi ngày càng gây ra những tác hại nghiêm trọng cho con người. Rất nhiều chỉ số hạn khác nhau được nhiều tác giả khắp nơi trên thế giới sử dụng để đánh giá điều kiện, tác hại của hạn với các lĩnh vực khác nhau như với môi trường sống, phát triển kinh tế nói chung, sản xuất nông nghiệp nói riêng. Trong số đó, chỉ số mức độ khắc nghiệt hạn của Palmer (PDSI) do Palmer đưa ra từ năm 1965 là phương pháp có nhiều thành công khi đánh giá hạn hán trên các vùng khí hậu khác nhau.

Trong suốt hơn 30 năm qua, chỉ số PDSI được nhiều nơi sử dụng để đánh giá dài hạn các trạng thái khô hạn với địa điểm và thời gian nhất định. Phân loại mức độ khắc nghiệt của chỉ số PDSI cho phép so sánh hạn giữa các vùng khí hậu khác nhau cũng như so sánh hạn theo thời gian lịch sử. Đặc biệt ở Mỹ, tại thời điểm hiện nay, kết quả tính PDSI cho các vùng khí hậu khác nhau được cập nhật hàng tuần. Ở Việt Nam, một số chỉ số hạn khí tượng, hạn nông nghiệp cũng đã được tính toán và sử dụng trong nghiên cứu. Các chỉ số này đã phần nào phản ánh được tình trạng thiếu, thừa nước tại các địa điểm và thời gian cụ thể. Việc tính thử PDSI trước đây cho một số điểm của nước ta có mức độ tin cậy chưa được như mong muốn do chưa có đủ thông tin để giải bài toán cân bằng nước của Palmer. Vì thế, cho đến nay PDSI chưa được ứng dụng để đánh giá tình trạng các đợt ẩm, đợt hạn cũng như đánh giá xác suất kết thúc hạn.

Nghiên cứu tính toán chỉ số PDSI cho vùng đồng bằng Bắc Bộ nhằm đưa ra chỉ số hạn phù hợp để đánh giá đúng điều kiện hạn hán. Khi dự báo được hạn hán sẽ giúp cho ta có giải pháp phù hợp để giảm thiệt hại bằng các giải pháp giảm lượng tưới mỗi đợt tới giới hạn thiếu nước cho phép có thể của cây trồng, giúp cho cơ quan quản lý trong công tác chỉ đạo điều hành và người dân trong việc lấy và giữ nước phục vụ sản xuất, dân sinh.

2. Cơ sở khoa học

Chỉ số PDSI được Palmer đưa ra với mục tiêu "phát triển phương pháp chung để đánh giá hạn hán dưới dạng chỉ số có thể cho phép so sánh mức khắc nghiệt của hạn hán theo thời gian và không gian" [1].

Palmer đưa ra 11 mức độ của hạn hay ẩm cho phép đánh giá và so sánh được hạn theo thời gian và không gian. Trong nhiều năm, PDSI trở thành tiêu chuẩn đánh giá hạn hán khí tượng, đặc biệt là ở Mỹ.

Thay cho việc chỉ dựa đơn thuần vào lượng mưa, PDSI dựa vào mô hình cán cân nước. Đây chính là mô hình cân bằng giữa lượng nước được cấp và nhu cầu của ẩm đất trong vùng.

Phần nước cung cấp cho đất là lượng nước sẵn

có trong đất cộng với lượng mưa được đất hút xuống. Nhu cầu nước phụ thuộc vào một số yếu tố như nhiệt độ môi trường và cũng phụ thuộc cả vào độ ẩm sẵn có trong đất.

Cơ sở tính toán chỉ số là sự chênh lệch giữa tổng lượng mưa cần thiết để duy trì mức cân bằng nước tiêu chuẩn (nghĩa là mức bình thường) và lượng mưa trên thực tế.

Các thành phần khác trong tính toán PDSI đưa vào yếu tố giải thích chênh lệch khí hậu giữa các địa điểm và các mùa trong năm.

Để tính PDSI, cần tính bốc thoát hơi tiềm năng PE. Palmer đã tính PE theo công thức của Thornthwait. Sau này PE đã được tính theo phương pháp của Hargreaves hay một số phương pháp khác. Đối với khu vực đồng bằng Bắc Bộ, PE được tính theo phương pháp của FAO -Penman.

Ngoài PE, các trị số liên quan tới độ ẩm đất cũng được tính cùng với các giá trị tiềm năng bổ sung của chúng. Đó là phần nạp lại hay phục hồi nước nhờ bổ sung từ mưa (R), chảy tràn (RO), tổn hao (L), bốc thoát hơi (ET), tiềm năng nạp lại (PR), chảy tràn tiềm năng (PRO), tổn hao tiềm năng (PL). Bốc thoát hơi ET là lượng nước bị mất từ môi trường thông qua cây và bốc hơi.

Tính toán các trị số này phụ thuộc nhiều vào khả năng giữ nước của đất. Trước khi tính, chúng tôi tiến hành nghiên cứu xác định AWC (độ ẩm hữu hiệu) cho các điểm tính toán.

Bản thân PDSI phụ thuộc vào mô hình hai giai đoạn thay đổi nước trong đất. Tầng trên (tầng mặt) của đất được thừa nhận chứa lượng ẩm 25,4 mm. Lượng ẩm có thể trữ được của lớp đất nằm bên dưới là trị số phụ thuộc vào địa điểm cũng như các đặc trưng của đất, là tham số đầu vào của mô hình cán cân nước. Ẩm không thể mất đi từ tầng bên dưới cho tới khi tầng trên hết nước. Dòng chảy tràn xuất hiện khi tổng lượng ẩm của cả hai tầng vượt quá AWC.

Chỉ số Palmer - Z hay dị thường ẩm Z được tính cho từng bước thời gian tuần hay tháng theo công thức:

$$Z = d \times K \quad (1)$$

Vai trò của đặc trưng khí hậu K là điều chỉnh những bất thường tự nhiên của chênh lệch ẩm d tuỳ theo các đặc điểm khí hậu trong vùng, nhờ thế có thể so sánh các giá trị PDSI theo thời gian và không gian. K được tính cho từng tháng (hay tuần) theo công thức:

$$K_i = \frac{}{\sum_{j=1}^{12} \overline{D_j} K_j} K_i \quad (2)$$

Trong đó:

$$K_i = 1 \quad \times \mathrm{Log}\left[\frac{\overline{PE_i} + \overline{R_i} + \overline{RC_i}}{\overline{P_i} + \overline{L_i}} + 2 \right] + C \quad (3)$$

Giá trị 17,67 trong (2) là hằng số thực nghiệm mà Palmer thu được bằng cách sử dụng số liệu từ 9 địa điểm khác nhau của 7 bang (Palmer 1965) [1]; là sai lệch ẩm trung bình của tháng tương ứng.

d trong công thức (1) là chênh lệch giữa lượng mưa thực tế trong tháng cụ thể và lượng mưa CAFEC (Climaticcally Appropriate For Existing Conditions), ký hiệu là P . Đây là lượng nước cần thiết để duy trì độ ẩm đất ở mức bình thường đối với một địa điểm và thời gian cụ thể (tháng hoặc tuần):

$$= P - \bar{P} = P - (\alpha \quad + \beta \quad + \gamma \quad - \delta \quad (4)$$

Trong đó:

$$\alpha_i = \frac{\overline{ET_i}}{\overline{PE_i}} \quad \beta_i = \frac{\overline{R_i}}{\overline{PR_i}} \quad \gamma_i = \frac{\overline{RC_i}}{\overline{PRC_i}} \quad \delta_i = \frac{\overline{L_i}}{\overline{PL_i}} \quad (5)$$

Nguyên lý để tính các giá trị tiềm năng (PE,PR,PRO,PL) và các giá trị thực tương ứng của chúng phụ thuộc vào mối tương quan giữa lượng mưa, PE và ẩm đất. Lượng nước ở tầng trên được sử dụng trước và nó cũng được nạp lại trước mỗi khi có nước bổ sung. Tầng đất phía dưới do đó sẽ có khả năng chứa (AWC-25,4) mm nước. Khi nhu cầu nước vượt quá khả năng cung cấp của tầng trên, chỉ có một phần nước từ tầng bên dưới bị mất đi tại thời điểm đó. Còn trong trường hợp nạp ẩm, sau khi đã nạp đủ cho tầng trên nếu còn nước sẽ tiếp tục nạp cho tầng dưới để đạt tới AWC-25,4 mm.

Các hệ số tỷ trọng $\alpha, \beta, \gamma, \delta)$ được gọi là hệ số

cân bằng nước về khí hậu và tìm được bằng tỷ số trung bình của các giá trị thực với các giá trị tiềm năng tương ứng cho từng bước thời gian (tháng hay tuần). Với mỗi địa điểm chúng ta có 12 hệ số tỷ trọng nếu tính theo tháng và 36 nếu tính theo tuần.

Chỉ số Z có thể được sử dụng để chỉ ra khô hay ẩm trong từng tháng riêng rẽ. Chỉ số Z còn được gọi là chỉ số Z– Palmer, được sử dụng để đánh giá mức độ hạn của từng giai đoạn riêng biệt và dự báo ngắn hạn.

Chỉ số Z sử dụng để tính giá trị PDSI theo công thức tổng quát:

$$X_i = (\quad \times X_{i-1} + \frac{}{} \times Z_i \qquad (6)$$

Chỉ số PDSI được hiệu chỉnh thông qua 3 giá trị PDSI tính thực tế cho từng tháng hoặc tuần là các giá trị X1, X2, X3. Các giá trị X1 và X2 lần lượt là mức độ khắc nghiệt của đợt ẩm hay là đợt khô, có khả năng xảy ra. Một đợt được tạo nên khi nó tới ngưỡng ± 0,5. Giá trị X3 được tính thông qua giá trị X1 và X2.

Các tỉnh vùng đồng bằng Bắc Bộ có địa hình bằng phẳng, nhiều loại đất khác nhau (theo tiêu chí phân loại đất của FAO) với độ dày đồng đều. Theo kết quả của FAO, độ ẩm hữu hiệu trong tầng đất 1m từ 100 đến 130 mm đối với đất cát pha; tăng tới 130 - 190 mm trên đất thịt và cao nhất là đất sét: chứa 160 - 200 mm. Để tính chỉ số hạn Palmer, trong nghiên cứu này, áp dụng cho loại đất thịt trung bình, có AWC là 175 mm.

Ngoài giá trị độ ẩm đất AWC, số liệu khí tượng của các trạm: Láng, Thái Bình từ năm 1961-2010 đã được sử dụng để tính toán chỉ số PDSI.

3. Kết quả

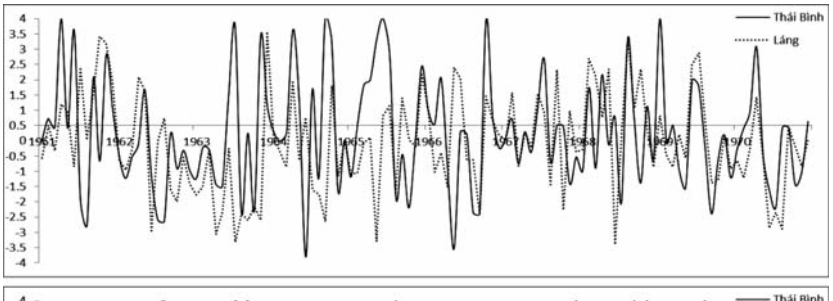
a. Đánh giá tình trạng hạn theo chỉ số Palmer

Dựa vào kết quả tính chỉ số PDSI, có thể dễ dàng nhận thấy không có năm nào không có hạn, một số đợt hạn quy mô lớn về không gian xảy ra đồng thời tại hai điểm. Cụ thể, từ năm 1961 đến 2010 có 29 đợt. Mức độ khắc nghiệt theo giá trị chỉ số PDSI ở Láng – Hà Nội là lớn hơn cả.

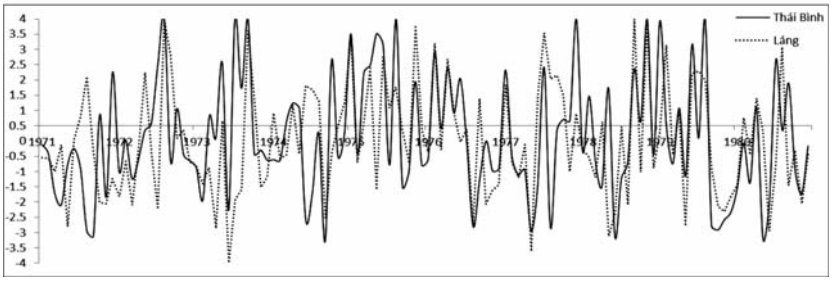
Trên thực tế, theo thống kê của Vụ quản lý công trình thủy lợi thuộc Tổng cục Thủy lợi cho thấy; hàng năm, các diện tích gieo trồng (lúa) vụ đông xuân đều bị ảnh hưởng do thiếu nước tưới. Một số năm hạn điển hình như các năm 1959,1961, 1970, 1984, 1986, 1989, 1993, 1998. Một số năm do chủ động phòng chống nên đã hạn chế được ảnh hưởng của hạn hán mặc dù năm đó được đánh giá là năm hạn như: Năm 2003 -2004; 2004 - 2005.

So sánh giữa hai điểm, xu thế thay đổi chỉ số PDSI có sự phân biệt rõ như trên hình 1a -1e. Dựa vào giá trị của chỉ số này, ngoài việc có thể tìm được những đợt hạn kéo dài xảy ra trên toàn khu vực, còn có thể nhận biết rõ những đợt hạn ở từng địa phương cụ thể. Thời gian bắt đầu và khả năng kết thúc được những đợt hạn này có sự khác biệt rõ rệt.

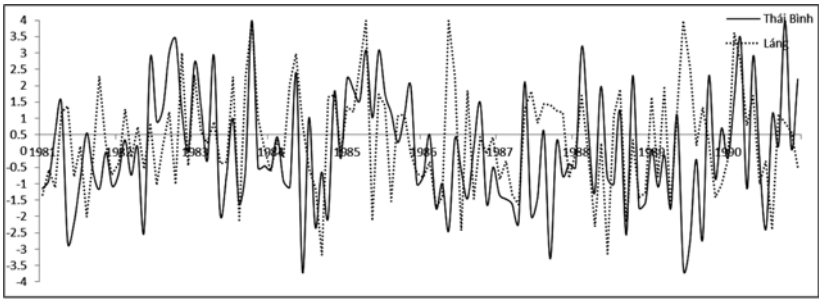
Xem xét riêng với mỗi điểm, trong khoảng thời gian 40 năm, trung bình xảy ra 29 đợt hạn; đợt ngắn nhất 1 tháng, đợt dài nhất có thể đến 30 tháng (Thái Bình) và 48 tháng (Hà Nội).



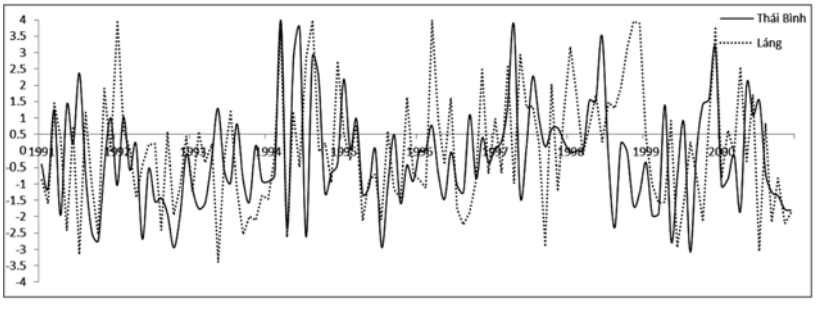
Hình 1a. Diễn biến chỉ số PDSI giai đoạn 1961-1970



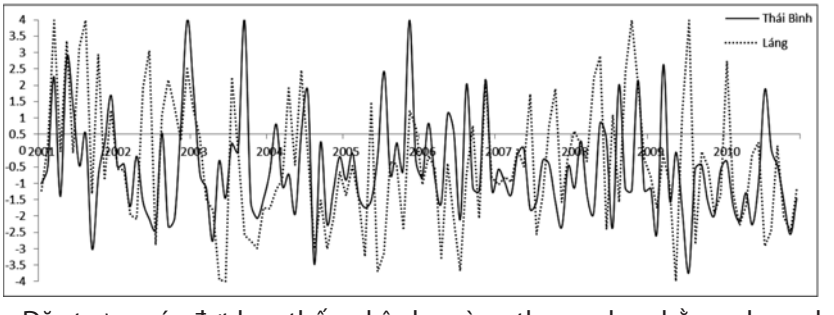
Hình 1b. Diễn biến chỉ số PDSI giai đoạn 1971-1980



Hình 1c. Diễn biến chỉ số PDSI giai đoạn 1981-1990



Hình 1d. Diễn biến chỉ số PDSI giai đoạn 1991-2000



Hình 1e. Diễn biến chỉ số PDSI giai đoạn 2001-2010

Đặc trưng các đợt hạn thống kê cho vùng theo phân loại chỉ số PDSI cho thấy: Tại hai điểm, số đợt hạn bằng nhau nhưng những đợt hạn theo trạm Láng có thời gian kéo dài hơn.

Bảng 1. Đợt hạn và thời gian kéo dài

		Thái Bình	Láng
Số đợt hạn (đợt)		29	29
Đợt hạn dài nhất	Số tháng	30	45
	Thời gian hạn	9/1991-2/1994	8/2004-4/2008

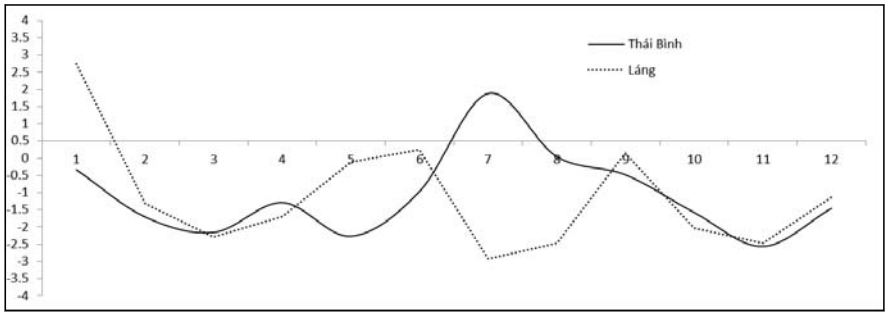
Bảng 2. Các đợt hạn kéo dài

Thời gian kéo dài (tháng)	Tổng số đợt		Thời gian kéo dài (tháng)	Tổng số đợt	
	Thái Bình	Hà Nội		Thái Bình	Hà Nội
45	0	1	22	1	0
44	0	0	21	2	0
43	0	0	20	1	0
42	0	0	19	0	1
41	0	0	18	1	1
40	0	0	17	1	1
39	0	0	16	0	1
38	0	0	15	2	1
37	0	0	14	0	1
36	0	0	13	1	0
35	0	0	12	1	1
34	0	0	11	1	0
33	0	0	10	0	2

32	0	0	9	0	2
31	0	0	8	1	2
30	1	0	7	2	0
29	0	0	6	1	1
28	0	1	5	4	3
27	0	0	4	2	1
26	0	0	3	3	1
25	0	0	2	1	7
24	1	0	1	2	1
23	0	0	Tổng số	29	29

Mức độ khắc nghiệt của hạn và tác hại của hạn không chỉ phụ thuộc vào cường độ mà còn phụ thuộc rất lớn vào thời gian kéo dài của mỗi đợt hạn. Thời gian kéo dài hạn tính theo chỉ số PDSI giữa hai điểm đã có sự khác nhau đáng kể. Dựa trên số tháng hạn liên tục kết hợp với giá trị của chỉ số PDSI, đã tiến hành so sánh giữa các địa điểm. Kết quả cho thấy đợt hạn dài nhất (45 tháng liên tục từ tháng 8/2004 đến tháng 4/2008) ở Láng – Hà Nội. Số đợt hạn có số tháng từ 6-12 tháng ở Láng- Hà Nội nhiều hơn ở Thái Bình nhưng số đợt hạn từ 12-24 tháng ở Thái Bình nhiều hơn ở Láng-Hà Nội.

Thêm vào đó, thời gian giữa các lần xảy ra hạn ở Thái Bình cũng rất gần nhau. Ví dụ, năm 2010, sau khi đợt hạn xảy ra, chỉ duy nhất tháng 7 có đủ điều kiện để kết thúc đợt hạn sau đó lại tiếp tục một đợt hạn mới từ tháng 8.



Hình 2. Biến trình chỉ số Palmer năm 2010 tại Thái Bình và Hà Nội

b. Các đợt hạn trong mùa mưa

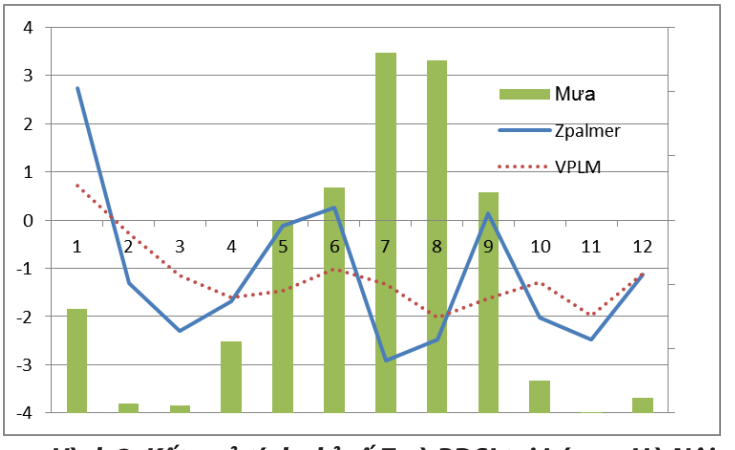
Dựa vào kết quả tính PDSI và Z đã phát hiện được những đợt hạn xảy ra trong mùa mưa, cũng là mùa sinh trưởng của rất nhiều loại cây trồng. Việc nhận biết được các đợt hạn này có tầm quan trọng rất lớn, đặc biệt là đối với sản xuất nông nghiệp. Dưới đây là trường hợp xem xét cho năm 2010 tại Láng – Hà Nội.

Trong năm này, đầu và giữa mùa mưa đều có khả năng xảy ra hạn. Cường độ các đợt hạn này theo như phân loại do Palmer đưa ra là từ hạn đến hạn vừa (Bảng 3).

Bảng 3. Giá trị PDSI và Z Palmer tại Láng- Hà Nội

Tháng	Zpalmer	PDSI	Lượng mưa (mm)
1	2,736	0,719	80,9
2	-1,314	-0,286	7,7
3	-2,295	-1,158	5,8
4	-1,689	-1,602	55,6
5	-0,115	-1,457	149,7
6	0,248	-1,012	175,4
7	-2,913	-1,334	280,4
8	-2,468	-2,02	274,4
9	0,144	-1,628	171,8
10	-2,022	-1,293	24,9
11	-2,472	-1,984	0,6
12	-1,138	-1,119	11,6

Mặc dù biến trình trong năm về chỉ số PDSI cho thấy cả năm đều có nguy cơ hạn với mức độ hạn nhẹ nhưng chỉ số Z Palmer cho thấy có những tháng (tháng 7, 8) ngay trong mùa mưa, mức độ hạn có thể lên đến mức hạn trung bình gần đạt ngưỡng hạn nặng. Như vậy, thông qua chỉ số Palmer sẽ nhận biết được tình hình hạn tại từng thời điểm nhất định.



Hình 3. Kết quả tính chỉ số Z và PDSI tại Láng – Hà Nội

4. Kết luận

Kết quả bước đầu nghiên cứu tính toán chỉ số Palmer về mức khắc nghiệt hạn ở một số điểm ở đồng bằng Bắc Bộ cho thấy:

1. Sử dụng chỉ số này có thể phát hiện được các đợt hạn cho cả khu vực và cho từng địa phương về cả thời gian bắt đầu, kết thúc hạn, thời gian kéo dài và cường độ hạn.

2. Bên cạnh việc sử dụng chỉ số hạn tích luỹ (Palmer) để phát hiện hạn dài, dùng chỉ số Z-Palmer có thể chỉ ra được những thời điểm hạn trong mùa sinh trưởng.

3. Khi đánh giá hạn cho một địa điểm hoặc khu vực cần thiết phải kết hợp xem xét cả hai chỉ số trên.

***Lời cảm ơn**: Bài báo hoàn thành nhờ sự trợ giúp từ đề tài cấp Nhà nước "Nghiên cứu xây dựng hệ thống dự báo, cảnh báo hạn hán cho Việt Nam với thời hạn đến 3 tháng" thuộc Chương trình KC.08/11-15.*

Tài liệu tham khảo

1. Palmer W.C., 1965: Meteorological drought. Office of Climatology Research Paper 45. Weather Bureau, Washington, .C. 58 pp.

2. http://www.iwmi.cgiar,org/droughtassessment

3. http://www.agf.gov.bc.ca/Soil water storage capacity and available soil moisture