

HẠN THỦY VĂN VÀ VAI TRÒ CỦA HỒ CHỨA TRONG GIẢM NHẸ MỨC ĐỘ KHẮC NGHIỆT CỦA HẠN THỦY VĂN Ở NAM TRUNG BỘ VÀ TÂY NGUYÊN

PGS. TS. **Trần Thục** - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Bài báo trình bày những kết quả tính toán và phân tích về hạn thủy văn cho khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Các chỉ số hạn thủy văn được tính toán và phân tích bao gồm: Chỉ số thiếu hụt dòng chảy tháng (K_{thang}) và dòng chảy tuần ($K_{tuần}$), chỉ số hạn (K_{han}). Hai chỉ số mới, bao gồm chỉ số cấp nước mặt (SWSI) và chỉ số cải tạo hạn hán (RDI) đã được áp dụng để đánh giá vai trò và sự đóng góp của các hồ chứa trong việc giảm nhẹ mức độ khắc nghiệt của hạn thủy văn ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên.

1. Giới thiệu chung

Hiện nay có nhiều định nghĩa về hạn thủy văn được sử dụng trên thế giới và ở Việt Nam [1-7]. Có thể dẫn ra 3 định nghĩa tiêu biểu như sau: (1) Hạn thủy văn là thời gian kéo dài với lượng mưa thấp hơn bình thường, gây ra sự thiếu hụt trong việc cung cấp nước, được thể hiện thông qua sự thấp hơn chuẩn của dòng chảy, các mực nước trong hồ và hồ chứa, của mực nước ngầm và hàm lượng nước trong đất đã cạn kiệt (thuật ngữ khí tượng Mỹ); (2) Hạn thủy văn là thời kỳ có lượng nước trong các dòng chảy sông suối, trong hồ và hồ chứa, các tầng nước ngầm và trong đất thấp hơn trung bình; đó là thời kỳ có liên quan đến sự ảnh hưởng của thiếu hụt mưa đến nguồn cung cấp nước mặt và nước ngầm, hơn là với sự thiếu hụt trực tiếp về lượng mưa (Yevjevich và nnk, 1977); (3) Hạn thủy văn có thể là kết quả của hạn khí tượng lâu dài gây nên sự khô kiệt trong hồ chứa, ao, hồ, suối, sông và sự sụt giảm các mực nước dưới đất (Rathore, 2004). Nghiên cứu này đã áp dụng những quan điểm chính của 3 định nghĩa nói trên dựa trên cơ sở những số liệu quan trắc và khảo sát của giai đoạn 1981-2005.

Các chỉ số hạn thủy văn được xét đến và được tính toán, bao gồm: (1) Chỉ số thiếu hụt dòng chảy tháng (K_{thang}) và dòng chảy tuần ($K_{tuần}$), (2) Chỉ số hạn (K_{han}); (3) Chỉ số cấp nước mặt (SWSI); và (4) Chỉ số cải tạo hạn hán (RDI). Phương pháp tính đối với các chỉ số và các tiêu chí xác định mức độ khắc nghiệt của hạn thủy văn theo các chỉ số này cho khu vực Nam Trung Bộ (NTB) và Tây Nguyên (TN) được trình bày cụ thể trong [1].

2. Kết quả tính toán chỉ số hạn thủy văn ở hai vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên

Hạn thủy văn được tính toán và đánh giá dựa trên số liệu lưu lượng ngày thời kỳ 1981- 2005 tại 20 trạm thủy văn trên các sông suối, lượng mưa ngày tại 99 trạm đo mưa và số liệu khí tượng tại 29 trạm khí tượng ở 2 vùng NTB và TN.

a. Tỷ số thiếu hụt dòng chảy trung bình tháng, tuần

Chỉ số thiếu hụt dòng chảy tháng ($K_{th,thang}$) và tuần ($K_{th,tuần}$) được tính toán trên cơ sở chuỗi số liệu lưu lượng trung bình ngày hàng năm trong thời kỳ (1981- 2005) tại 20 trạm thủy văn trên các sông ở 2 vùng. Từ kết quả tính toán $K_{th,thang}$ có thể rút ra một số nhận xét sau:

Mức độ thiếu hụt dòng chảy (W_{th} và K_{th}) phụ thuộc chủ yếu vào độ lớn của Q_{ng} và chế độ dòng chảy. Nhìn chung, tại tất cả các trạm thủy văn, giá trị $Q_{c,tb}$ lớn hơn giá trị $Q_{c,75\%}$ khoảng 1,1-1,8 lần, nói một cách khác, giá trị $Q_{c,75\%}$ chỉ bằng 55- 88% $Q_{c,tb}$, nhưng giá trị $Q_{c,75\%}$ lớn hơn giá trị $Q_{dt,70\%}$ khoảng 1,06 - 1,32 lần, trừ trạm Đức Xuyên và Kon Tum có giá trị $Q_{c,75\%}$ chỉ bằng 76- 94% $Q_{dt,70\%}$. Do đó, mức độ thiếu hụt dòng chảy lớn nhất ứng với $Q_{ng} = Q_{c,tb}$, nhỏ nhất thường ứng với $Q_{ng} = Q_{dt,70\%}$.

Giá trị K_{thang} có sự dao động hàng năm, hình thành một số nhóm năm có K_{thang} lớn và nhỏ xen kẽ nhau. Nhìn chung, giá trị K_{thang} tương đối nhỏ trong các năm 1983 - 1998, 2002 - 2005 và tương đối lớn trong các năm 1996 - 1997 và 1999 - 2001.

Giá trị K_{thang} trong các tháng đầu và giữa mùa cạn tương đối ổn định hơn so với các tháng cuối mùa cạn. Đặc biệt, ở vùng NTB, dòng chảy sông suối trong tháng 5 và 6 biến đổi mạnh giữa các năm. Dòng chảy sông suối tăng lên đáng kể nếu có mưa tiểu mãn, còn nếu không có mưa tiểu mãn thì dòng chảy sông suối tiếp tục giảm cho đến khi bắt đầu mùa lũ.

Số năm thiếu hụt dòng chảy trung bình tháng từ 10% trở lên chiếm khoảng 30 - 70% số năm trong thời kỳ 1981 - 2005, nhiều nhất ở trạm thủy văn Sông Luỹ 56-84%, tương đối ít ở trạm thủy văn Kon Tum 28 - 64%, trạm thủy văn An Khê 28 - 72% và trạm thủy văn Thanh Bình 36 - 64%.

Số năm thiếu hụt dòng chảy trung bình tháng từ 50% trở lên chiếm khoảng 30% tổng số năm,

nhưng có thể trên 30% như ở trạm thủy văn Cầu 42 (30 - 40)% và trạm thủy văn Sông Luỹ 40 - 50%.

Số năm thiếu hụt dòng chảy trung bình tháng từ 70% trở lên khoảng dưới 10% và chỉ xuất hiện vào một số tháng, nhưng cũng có thể tới 20 - 36% ở trạm thủy văn Sông Luỹ vào các tháng 3 - 5 và 5 - 6 năm ở trạm Cầu 42 vào các tháng 2 - 5, 7.

Tỷ số thiếu hụt dòng chảy trung bình tháng lớn nhất từ 40 - 50% đến 100%, trong đó giá trị 60 - 80% có thể thấy ở một số trạm thủy văn, lớn nhất ở hai trạm thủy văn Sông Luỹ và Cầu 42.

El Nino có ảnh hưởng mạnh nhất đến mưa và dòng chảy sông suối ở 2 vùng NTB và TN so với các vùng khác trên cả nước. Những năm có tỷ số thiếu hụt dòng chảy lớn và kéo dài xuất hiện hầu hết vào những năm có hiện tượng El Nino, như các năm: 1983, 1986, 1987, 1993, 1998, 2004, 2005 và gây nên sự thiếu hụt dòng chảy sông suối trên cả hai vùng và kéo dài suốt mùa cạn, như các đợt El Nino 1982 - 1983, 1997 - 1998, 2004 - 2005. Đặc biệt, liên tiếp trong các năm 2002 - 2005 dòng chảy trên sông bị thiếu hụt và năm 2005 là năm có sự thiếu hụt nhiều nhất ở phần lớn các sông suối.

Từ kết quả tính toán $K_{th,tuan}$ có thể rút ra một số nhận xét sau:

Trong thời kỳ 1981 - 2005, số năm có $K_{tuan} \leq -10\%$ chiếm khoảng 32 - 84% tổng số năm, tức trong 25 năm có tới 8 - 21 năm có $K_{tuan} \leq -10\%$.

Số năm có $K_{tuan} \leq -50\%$ thường dưới 10 năm, nhưng cũng có thể tới 16 năm ở trạm Sông Lũy, 12 năm ở trạm Cầu 42.

Số năm có $K_{tuan} \leq -70\%$ thường chỉ một vài năm hoặc không xảy ra ở nhiều trạm, nhưng có thể tới 5 - 7 năm ở trạm Cầu 42 và 10 - 15 năm ở trạm Sông Lũy.

Nói chung, với cùng cấp thiếu hụt dòng chảy thì số năm dòng chảy tuần thiếu hụt bằng hoặc nhiều hơn so với năm dòng chảy tháng thiếu hụt.

Tỷ số thiếu hụt dòng chảy trung bình tuần lớn nhất thường tới 70 - 80% ($K_{tuan} \leq 70 - 80\%$ và thường xảy ra vào những năm có hiện tượng El Nino như các năm 1983, 1998, 2005.

Giá trị chỉ số thiếu hụt dòng chảy trung bình tuần ($K_{th,tuan,tb}$) lớn hơn 10% thường xảy ra từ tuần đầu của tháng 2 trên các sông ở trung TN, ở NTB từ tuần 1 và 2 của tháng 1 và kéo dài cho đến cuối tháng 5 đầu tháng 6 trên các sông ở TN, đến tháng 7 trên sông Ba, tuần thứ 1 và 2 tháng 9 ở NTB.

Trong những năm El Nino, tình trạng thiếu hụt dòng chảy kéo dài trong nhiều tháng, thậm chí suốt mùa cạn ở hầu hết sông suối. Đặc biệt, liên tiếp trong các năm 2002 - 2005 đã xảy ra thiếu hụt dòng chảy trong mùa cạn trên hầu hết sông suối.

Từ kết quả tính toán chỉ số thiếu hụt dòng chảy ứng với các tần suất 25, 50 và 75% có thể rút ra một số nhận xét về hạn thủy văn sau:

- Với tần suất $P = 25\%$: Hạn thủy văn vừa, nặng và rất nặng trên các sông thường xuất hiện vào các tháng 2 - 5 và còn có thể xuất hiện vào các tháng 6 - 9 ở NTB; Hạn thủy văn rất nặng trên phần lớn các sông thường xuất hiện vào các tháng 3 - 6, riêng ở sông Krông Buk (trạm Cầu 42) còn có thể xuất hiện vào các tháng 2 và trên sông Luỹ (trạm Sông Luỹ) vào hai tháng 1 - 2.

- Với tần suất $P = 50\%$: Hạn thủy văn thường xuất hiện vào các tháng 3 - 5, riêng vùng NTB còn có thể xuất hiện vào các tháng 6 - 9; Hạn thủy văn rất nặng thường xuất hiện vào các tháng 3 - 4 ở một số sông (tháng 4 ở sông Ba - trạm Củng Sơn và sông Đắk Nông - trạm Đắk Nông).

- Với tần suất $P = 75\%$: Hạn thủy văn chỉ xảy ra trong một vài tháng. Ở NTB chủ yếu xuất hiện vào các tháng 3 - 5, thậm chí còn kéo dài đến các tháng 6 - 8; Hạn thủy văn rất nặng chỉ xảy ra ở Sông Luỹ (tháng 2 - 3) và sông La Ngà (trạm Tà Pao vào tháng 3).

b. Chỉ số hạn tuần, tháng

Chỉ số hạn tuần, tháng được tính toán trên cơ sở chuỗi số liệu lượng mưa ngày, lượng bốc thoát tiềm năng (PET) được tính theo công thức Penman - Monteith. Chuỗi số liệu sử dụng là chuỗi số liệu khí tượng trong thời kỳ 1981 - 2005 tại 29 trạm khí tượng, và chuỗi số liệu lưu lượng ngày tại 18 trạm thủy văn.

Từ kết quả tính toán, có thể nhận xét về tình trạng hạn thủy văn theo hệ số hạn tuần và tháng như sau:

Dòng chảy sông suối bị cạn với mức độ nhẹ ($K_{can} = 0,51 - 0,7$) có thể xảy ra trong các mùa cạn hàng năm. Cạn nặng ($K_{can} > 0,70$) thường xảy ra trong tháng 1 (tuần thứ 1 hoặc 2) đến tháng 5, 6 trên các sông ở TN và còn kéo dài đến trung và hạ tuần tháng 9 trên các sông ở NTB. Cạn nặng với tần suất xuất hiện từ 30% trở lên thường xảy ra vào các tháng 2 - 5, thậm chí còn có thể xảy ra vào các tháng 8, 9 trên các sông NTB.

Hạn hán có thể xảy ra trong tất cả các tháng trong mùa cạn, nhưng tập trung vào các tháng 1 - 5 và có thể vào 2 tháng 7, 8 ở NTB. Hạn nặng ($K_{han} = 0,81 - 0,95$) thường tập trung vào các tháng từ 1 - 4 trên các sông ở bắc và trung TN (các tỉnh Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk), các tháng 1 - 3 ở NTB (các tỉnh Lâm Đồng, Đắk Nông), các tháng 2 - 4, 7 ở NTB, riêng khu vực cực nam NTB (các tỉnh Ninh Thuận, Bình Thuận) thường xảy ra vào các tháng 1 - 4 và 12. Hạn đặc biệt ($K_{han} > 0,95$) chỉ thấy xuất hiện trên sông

Krông Buk tại trạm Cầu 42.

Kết quả tính toán chỉ số K_{han} theo tuần cho thấy hạn vừa ($K_{han} = 0,61 - 0,80$) có thể xuất hiện từ tuần đầu của tháng 1, kéo dài cho đến tuần thứ 2, 3 của tháng 5, và còn có thể kéo dài đến tháng 8.

Hạn vừa với tần suất số năm xuất hiện từ 30% trở lên thường xảy ra từ tuần thứ 1 của tháng 1 đến cuối tháng 3 ở bắc và trung TN, một số nơi ở nam TN (trạm Thanh Bình sông Cam Ly), và cuối tháng 4 ở cực nam NTB, riêng ở NTB, khu vực Phú Yên - Khánh Hòa, xuất hiện vào các tháng 4 - 8.

Hạn nặng ($K_{han} > 0,95$) thường xuất hiện từ tuần đầu của tháng 1 đến cuối tháng 4 hay đầu tháng 5 và còn có thể vào các tháng 7, 8 ở NTB. Hạn nặng với tần suất số năm xuất hiện từ 30% trở lên thường xảy ra vào các tháng 2 - 4 và còn có thể vào 2 tháng 7 - 8 ở NTB.

Hạn đặc biệt ($K_{han} > 0,95$) có thể xảy ra vào các tháng 1 - 4 trên sông Krông Buk tại trạm Cầu 42 và các tháng 2 - 4 sông La Ngà tại trạm Đại Nga.

c. Chỉ số cấp nước mặt (SWSI) và chỉ số cải tạo hạn hán (RDI) tháng

Chỉ số cấp nước mặt (SWSI) và chỉ số RDI được tính toán trên cơ sở số liệu lưu lượng trung bình

tháng của thời kỳ 1981- 2005 tại 18 trạm thủy văn, lượng mưa tháng tại 99 điểm đo mưa, số liệu khí tượng tại 29 trạm khí tượng. Số liệu mưa tháng tại 99 trạm đo mưa của giai đoạn 1981-2005 được đồng bộ hóa trước khi tính toán.

Kết quả tính toán mức độ hạn theo chỉ số SWSI:

Có thể nhận thấy chỉ số SWSI phản ánh khá sát diễn biến hạn thủy văn trong các lưu vực sông của 2 vùng. Theo tài liệu thống kê về thủy văn, từ năm 1981 - 2005 ở 2 vùng NTB và TN hạn nặng đã xảy ra trong các năm 1983, 1987, 1995, 1997, 1998, 2005. Kết quả tính toán của chỉ số SWSI của hầu hết các lưu vực sông đã chỉ ra được 3 năm 1983, 1998, 2005 là những năm hạn thủy văn rất nặng, phù hợp với các chỉ số hạn hán khác. Các bản đồ độ khắc nghiệt TBNN của hạn thủy văn (chỉ số SWSI) trong mùa khô ở NTB và TN được trình bày trong các hình 1 đến 4.

Kết quả tính toán chỉ số SWSI cũng cho thấy tại các lưu vực có hồ chứa tình hình hạn được cải thiện hơn, mức độ hạn vào tháng hạn nhất trong những năm hạn điển hình 1983, 1998, 2005 thường là hạn vừa, trung bình mùa cạn thường là hạn nhẹ (hơi khô). Tại các huyện hưởng lợi từ các lưu vực có hồ chứa thì mức độ hạn giảm (Bảng 1).

Bảng 1. Chỉ số cung cấp nước mặt (SWSI) tại một số huyện hưởng lợi từ hồ chứa ở 2 vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên [1]

TT	Tỉnh	Huyện	SWSI tại các huyện khi chưa có hồ				SWSI tại các huyện sau khi có hồ			
			Thán g hạn nhất	2005	1998	1983	Thán g hạn nhất	2005	1998	1983
1	Kon Tum	Đắc Hà	-3,85	-3,85	-3,26	-3,53	-2,41	-2,41	-2,33	-2,18
2	Gia Lai	Tp. Pleicu	-3,76	-3,50	-3,30	-36,0	-2,40	-2,40	-2,20	-2,20
3		TX, An Khê	-3,49	-2,71	-1,26	-3,48	-2,85	-2,18	-1,10	-2,90
4	Đắk Lắk	Lắk	-3,84	-3,82	-3,42	-2,30	-2,33	-2,37	-2,13	-2,20
5		Cư M'Gar	-4,00	-3,96	-3,70	-3,00	-2,40	-2,37	-2,00	-2,08
6		Krong Búk	-3,90	-3,50	-3,00	-2,98	-2,60	-2,39	-2,11	-2,01
7	Lâm Đồng	Tp Đà Lạt	-3,94	-3,20	-1,54	-3,90	-2,30	-2,36	-1,30	-2,50
8		Lâm Hà	-3,90	-3,18	-1,77	-3,90	-2,40	-2,20	-1,50	-2,30
9		Bảo Lộc	-3,74	-3,72	-4,01	-2,71	-2,65	-2,50	-1,90	-1,80
10		Đa Te'h	-3,91	-3,81	-4,15	-2,83	-2,71	-2,71	-2,04	-2,06
11	Phú Yên	Đồng Xuân	-3,22	-3,47	-2,06	-3,93	-2,74	-2,74	-2,00	-2,06
12		Sông Hinh	-3,45	-3,20	-0,70	-2,79	-3,42	-2,74	-0,65	-2,66
13		Tuy An	-3,25	-3,15	-1,50	-2,65	-2,95	-3,12	-1,48	-2,57
14	Khánh Hoà	Vạn Ninh	-3,74	-3,18	-1,00	-3,01	-2,75	-2,70	-0,80	-1,76
15		Ninh Hoà	-3,86	-3,40	-1,02	-3,14	-2,70	-2,50	-1,00	-2,10
16		Diên Khánh	-4,03	-3,51	-1,05	-3,85	-2,68	-2,28	-0,71	-2,51
17		Tx Cam Ranh	-4,26	-3,74	-2,10	-4,10	-3,20	-3,22	-1,58	-2,97
18	Bình Thuận	Bắc Bình	-4,02	-3,69	-1,25	-3,98	-2,75	-1,17	-0,31	-1,20
19		Hàm Thuận Bắc	-4,09	-3,65	-1,15	-3,81	-2,37	-1,17	-1,00	-0,38

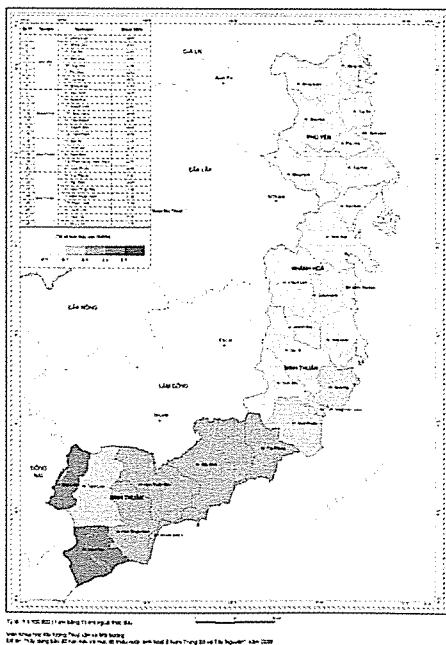
Kết quả tính toán mức độ hạn theo chỉ số RDI:

Khác với chỉ số SWSI, phản ánh trực tiếp tình hình hạn hán của một năm trên lưu vực nghiên cứu, chỉ số RDI phản ánh xu thế hạn của thời kỳ nghiên cứu so với thời kỳ trước. Chỉ số RDI thời kỳ nhiều năm của một lưu vực sẽ cho ta thấy giai đoạn nào xảy ra hạn, giai đoạn nào hạn hán được cải thiện do xét đến mưa và dòng chảy kỳ trước. Bảng 2 trích

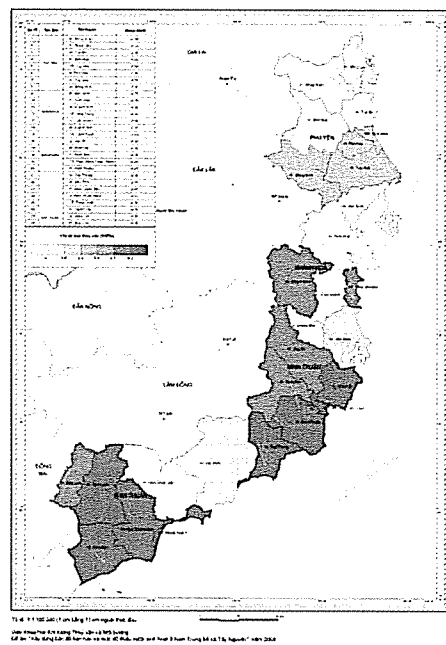
dẫn kết quả tính toán RDI cho một số huyện trong 3 năm điển hình: các năm 1983, 1998, 2005, là các năm hạn trên hầu hết các lưu vực nghiên cứu. Kết quả này là phù hợp với thực tế điều tra: tại các lưu vực khi có hồ chứa mức độ hạn giảm. Cụ thể tại huyện An Khê năm hạn nhất là năm 1998 chỉ số RDI đạt -8,7, khi có hồ mức độ hạn giảm xuống, chỉ số RDI chỉ còn -7,5. Tương tự với các huyện khác được hưởng lợi từ hồ chứa thì mức độ hạn hán giảm.

Bảng 2. Chỉ số RDI tại một số huyện

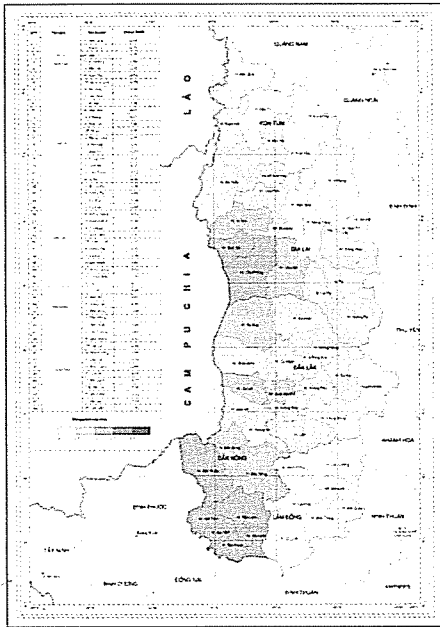
TT	Huyện	RDI tại các huyện khi chưa có hồ				RDI tại các huyện khi có hồ			
		Tháng hạn nhất	2005	1998	1983	Tháng hạn nhất	2005	1998	1983
1	K'Bang	-10,0	-4,7	-8,7	-10,0	-7,8	-3,8	-7,8	-7,4
2	An Khê	-9,5	-4,7	-8,7	-9,5	-7,5	-3,5	-7,5	-7,2
3	Krông pa	-7,4	-4,8	-7,4	-4,0	-6,9	-4,3	-6,9	-2,6
4	Sơn Hoà	-7,0	-4,8	-7,0	-4,0	-6,1	-3,9	-6,1	-2,1
5	Đông Xuân	-7,1	-4,8	-7,1	-4,0	-6,3	-4,1	-6,3	-2,3
6	Sông Hinh	-5,9	-5,6	-5,4	-5,9	-5,5	-4,6	-5,3	-4,1
7	M'Đrắk	-6,1	-5,8	-5,5	-6,1	-5,7	-4,6	-5,3	-4,1
8	Chư Păh	-8,3	-5,8	-8,3	-2,0	-7,5	-5,6	-7,5	-1,2



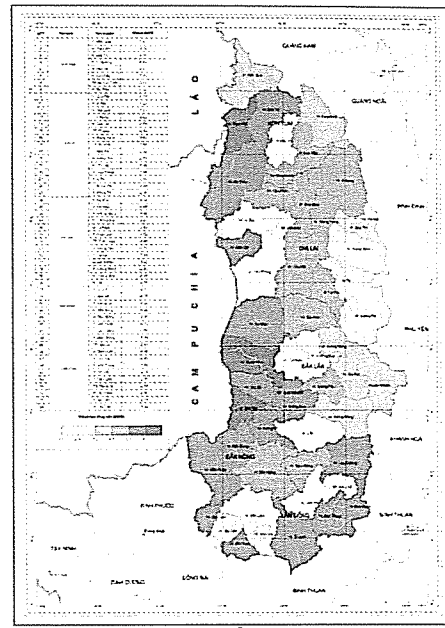
Hình 1. Bản đồ độ khắc nghiệt TBNN của hạn thủy văn (chỉ số SWSI) trong mùa khô ở Nam Trung Bộ



Hình 2. Bản đồ độ khắc nghiệt TBNN của hạn thủy văn (chỉ số SWSI) trong tháng hạn nhất của mùa khô ở Nam Trung Bộ



Hình 3. Bản đồ độ khắc nghiệt TBNN của hạn thủy văn (chỉ số SWSI) trong mùa khô ở Tây Nguyên



Hình 4. Bản đồ độ khắc nghiệt TBNN của hạn thủy văn (chỉ số SWSI) trong tháng hạn nhất của mùa khô ở Tây Nguyên

3. Kết luận

Các kết quả tính toán các chỉ số hạn thủy văn đã phản ánh được đặc điểm và diễn biến và mức độ khắc nghiệt của hạn hán ở khu vực NTB và TN. Việc

áp dụng hai chỉ số mới, bao gồm chỉ số cấp nước mặt (SWSI) và chỉ số cải tạo hạn hán (RDI) đã làm rõ vai trò và sự đóng góp của hồ chứa trong việc giảm nhẹ mức độ khắc nghiệt của hạn thủy văn ở hai khu vực nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Thục, Ngô Sỹ Giai và nnk, Báo cáo tổng kết Đề án "Xây dựng bản đồ hạn hán và mức độ thiếu nước sinh hoạt vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên", Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường. Hà Nội, 2008.
2. Nguyễn Văn Thắng, Nghiên cứu và xây dựng công nghệ dự báo và cảnh báo sớm hạn hán ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp bộ. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2007.
3. Nguyễn Quang Kim, Nghiên cứu dự báo hạn hán vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên và xây dựng các giải pháp phòng chống. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước. Mã số: KC.08.22 thuộc Chương trình trọng điểm-cấp nhà nước giai đoạn 2001-2005. Bảo vệ môi trường và phòng chống thiên tai", 2005.
4. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Kết quả quan trắc quốc gia động thái nước dưới đất ở Việt Nam. Báo cáo hội thảo. Hà Nội, 4/2005.
5. Nguyễn Trọng Hiệu, Phạm Thị Thanh Hương, Lê Thị Bảo Ngọc. Phân vùng hạn khí tượng ở Việt Nam. Tập báo cáo Hội nghị khoa học Viện Khí tượng Thủy văn lần thứ 9, Hà Nội, 2005.
6. Weghorst. The Reclamation Drought index: Guidelines and Practical Applications.
7. Wilhite, D.A., Drought as a Natural Hazard: Concepts and definitions. In: Wilhite, D.A. (ed.) Drought: A Global assessment (Volume 1). Routledge Publishers, London, U.K., 2000.