

VỀ MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP TÍNH BOIL LẮNG HỒ CHỨA VÀ KHẢ NĂNG ÁP DỤNG ĐỂ TÍNH BOIL LẮNG CÁT BÙN HỒ CHỨA SƠN LA

NCS. Nguyễn Kiên Dũng
Viện Khí tượng Thủy văn

1. Đặt vấn đề

Công trình thủy điện Sơn La là bậc thang thứ hai sau công trình thủy điện Hòa Bình trong sơ đồ khai thác năng lượng hệ thống sông Đà. Với phương án cao 265 m, hồ chứa Sơn La có dung tích tổng cộng xấp xỉ 25,5 tỷ m³, dung tích hữu ích khoảng 16,2 tỷ m³, diện tích mặt hồ khoảng 440 km². Sau khi hình thành, hồ chứa Sơn La sẽ đem lại những nguồn lợi to lớn cho nền kinh tế quốc dân và cải tạo môi trường vùng Tây Bắc; trong đó đặc biệt phải kể đến sản xuất điện năng (bao gồm cả việc nâng cao sản lượng điện của nhà máy thủy điện Hòa Bình), tăng cường khả năng phòng lũ trong mùa lũ, cải thiện điều kiện giao thông vận tải thủy và tưới trong mùa kiệt cho đồng bằng châu thổ sông Hồng. Bên cạnh những tác động tích cực như vậy, hồ cũng sẽ gây nên các động tiêu cực đối với môi trường trong lòng hồ, vùng thượng lưu hồ và hạ du đập. Trong đó bồi lắng cát bùn đã trở thành vấn đề quan trọng hàng đầu vì nó liên quan đến tuổi thọ của hồ.

Sông Đà là một trong những dòng sông mang nhiều bùn cát nhất nước ta. Theo kết quả quan trắc từ năm 1959 đến năm 1996, độ đục lớn nhất tại Tạ Bú có thể đạt 13,6 kg/m³, lượng phù sa lơ lửng chuyển qua Lai Châu, Tạ Bú hàng năm tương ứng khoảng 54,1 và 66,6 triệu tấn. Hồ chứa Hòa Bình trong những năm đầu tích nước (1990-1998) hàng năm đã bị cát bùn bồi lấp trên 60 triệu m³, trong đó có 10% bồi lắng ở phân dung tích hiệu dụng, làm giảm khả năng phòng lũ và tuổi thọ của hồ. Chính vì vậy, nghiên cứu, tính toán bồi lắng cát bùn hồ chứa Sơn La là một công việc không thể thiếu trong giai đoạn nghiên cứu khả thi và thiết kế, đồng thời là một nhiệm vụ quan trọng, hết sức cần thiết trong giai đoạn vận hành hồ sau này.

2. Những tồn tại trong nghiên cứu và tính toán bồi lắng cát bùn hồ chứa Sơn La

- (a) Khó khăn lớn nhất khi tính toán bồi lắng cát bùn hồ chứa nói chung, hồ chứa Hòa Bình, Sơn La nói riêng là tình trạng thiếu hoặc không có số liệu thực đo. Các trạm thủy văn trên lòng chính sông Đà như Hòa Bình, Tạ Bú, Lai Châu chỉ đo phù sa lơ lửng, còn thành phần bùn cát di đáy hầu như không có. Chính vì vậy, khi tính toán bồi lắng cát bùn cho hồ Hòa Bình và hồ Sơn La, người ta đã phải sử dụng các phương pháp khác nhau, các công thức khác nhau để ước lượng bùn cát di đáy. Có tác giả lấy bùn cát di đáy bằng 40% bùn cát lơ lửng, một số khác lại khẳng định rằng con số này chỉ dao động trong khoảng 25-30%, thậm chí có người còn cho rằng bùn cát di đáy bằng 10-15% bùn cát lơ lửng. Ngay khi sử dụng chuỗi số liệu bùn cát lơ lửng tại Tạ Bú và Lai Châu, do không thống nhất về mẫu thống kê nên kết quả tính tổng lượng bùn cát lơ lửng năm trung bình nhiều năm tại các mặt cắt này thường sai khác nhau.

- (b) Việc xác định lượng bùn cát thoát ra khỏi hồ cũng còn nhiều vấn đề bàn cãi. Ví dụ, khi tính bồi lắng cát bùn hồ chứa Hòa Bình, do không có số liệu đo đạc nên PGS.PTS. Cao Đăng Dư đã sử dụng các phương pháp của Brown, Brune và Churchill để tính hiệu quả bẫy giữ bùn cát; một số tác giả lại lấy lượng bùn cát thoát ra khỏi hồ bằng bùn cát lơ lửng tại trạm Hòa Bình (Bến Ngọc).
- (c) Sông Đà từ biên giới Việt-Trung đến Hòa Bình có hơn 20 phụ lưu lớn đổ vào nhưng chỉ có 05 trạm thủy văn đo bùn cát lơ lửng trên 05 phụ lưu; trong đó có 01 trạm hiện tiếp tục quan trắc là trạm Nậm Múc (suối Nậm Múc), 04 trạm khác là: Thác Vai (suối Nậm Bú), Thác Mộc (suối Nậm Sập), Phiêng Hiêng (suối Sập), Bãi Sang (suối Rút) đều đã giải thể vào những năm 1976-1980 với chuỗi số liệu kéo dài 9-11 năm. Vì không có số liệu thực đo nên kết quả ước tính lượng bùn cát gia nhập khu giữa do xói mòn từ lưu vực rất khác nhau. Dùng bản đồ mô đun bùn cát để xác định lượng bùn cát gia nhập khu giữa đã gặp hai trở ngại: một là bộ số liệu xây dựng bản đồ không đồng nhất và không phản ánh đúng tình hình lưu vực bị thay đổi nhiều trong những năm gần đây, hai là các đường đẳng trị quá thưa nên không thể đảm bảo độ chính xác cần thiết. Dùng các mô hình xói mòn đất để xác định lượng bùn cát gia nhập khu giữa cho kết quả tốt hơn nhưng đòi hỏi một lượng tài liệu lớn về các đặc trưng lưu vực (khí hậu, địa hình, thảm phủ, thổ nhưỡng...) và bùn cát để kiểm nghiệm, hiệu chỉnh mô hình. Điều kiện này đã không được đáp ứng, nên các kết quả tính toán rất khác nhau. Hiện tại vẫn chưa có phương pháp nào cho phép ước tính tương đối chính xác lượng bùn cát gia nhập khu giữa do sạt lở bờ.
- (d) Để tính phân bố bồi lắng cát bùn theo không gian và thời gian trên hồ chứa Sơn La, bồi lắng cát bùn hồ Hòa Bình và xói lở lòng sông Đà hạ lưu đập Hòa Bình dưới tác động điều tiết của công trình thủy điện Sơn La có thể sử dụng các mô hình vật lý hoặc mô hình số. Xây dựng các mô hình vật lý rất tốn kém, hơn nữa việc xác định tỷ lệ tương tự về thành phần hạt của bùn cát bồi lắng vẫn rất nan giải. Sử dụng các mô hình số mà đơn giản nhất là mô hình một chiều đòi hỏi một lượng số liệu đo đạc lớn (địa hình các mặt cắt ngang trên lòng chính và các chi lưu, lưu lượng nước và bùn cát tại cửa vào hồ và các nhập lưu, phân lưu, thành phần hạt của bùn cát di đầy và lơ lửng, mực nước thượng lưu đập và lưu lượng xả...) để kiểm chứng và hiệu chỉnh. Cho tới nay, đối với công trình thủy điện Sơn La các yêu cầu này chưa được đáp ứng tốt.

3. Một số phương pháp tính bồi lắng hồ chứa và khả năng áp dụng để tính bồi lắng cát bùn hồ chứa Sơn La

Trên thế giới, khi nghiên cứu cát bùn hồ chứa, các tác giả thường đề cập đến những vấn đề chính dưới đây:

- Lượng bùn cát gia nhập hồ chứa từ xói mòn lưu vực,

- Lượng bồi lắng và tốc độ bồi lắng cát bùn trong hồ,
- Phân bố bùn cát bồi lắng trong hồ theo không gian và thời gian,
- Xói lở lòng sông hạ lưu đập.

Có thể xác định lượng bồi lắng, tốc độ bồi lắng và phân bố bồi lắng cát bùn trong hồ bằng các phương pháp: so sánh thể tích, cân bằng bùn cát và mô hình số.

3.1. Phương pháp so sánh thể tích

Phương pháp so sánh thể tích là phương pháp tính toán bồi lắng hồ chứa đơn giản và phổ biến hiện nay. Từ số liệu đo đạc địa hình lòng hồ, tiến hành tính toán chênh lệch dung tích giữa hai lần đo liên tiếp, đó chính là phân hồ bị bồi hoặc xói trong khoảng thời gian tính toán [1,2].

3.2. Phương pháp cân bằng bùn cát

Dựa trên nguyên lý cân bằng giữa lượng bùn cát vào hồ qua cửa vào và lượng bùn cát gia nhập khu giữa (gồm lượng bùn cát do xói mòn đất và sạt lở bờ) với lượng bùn cát tháo ra khỏi hồ.

Để tính toán lượng bùn cát vào hồ qua cửa vào, thông thường người ta dựa vào số liệu thực đo về bùn cát lơ lửng và bùn cát đáy. Tuy nhiên, việc đo đạc bùn cát rất phức tạp và độ chính xác không cao. Chính vì vậy nhiều tác giả đã xây dựng các công thức tính:

- Suất chuyển cát đáy: Duboy (1879), Rottner (1959), Einstein (1942), Kalinske (1947), Yalin (1963), Yang (1973, 1984), Mayer-Peter-Muller (1948)... [3, 5].
- Sức tải cát lơ lửng: U.B sông Hoàng Hà (1959), Học viện Thủy lợi Vũ Hán, Zamarin (1948), Lopatin (1952), Sa Ngọc Thanh (1956), Trương Thụy Cẩn (1959), Rosinski (1964), Donnebec, Goslunski, Carausev (1972), Carausev (1951)... [3,4].
- Sức tải cát tổng cộng: Bagnold (1966), Engelund-Hansen (1967), Einstein (1950), Ackers-White (1972), Toffaletti (1968), Madden và Laussen (1993)... [3,5].
- Lượng bùn cát gia nhập hồ từ xói mòn lưu vực có thể được xác định từ các phương trình kinh nghiệm của Dendy và Bolton (1976), Williams (1982), Simons (1977), Kling và Olson (1974), Foster (1975)... các mô hình số của Mayer và Wischmeier (1960), Foster (1985), Fleming và Leytham (1976), Fleming và Walker (1977), Mô hình dự báo xói mòn đất (WEPP) của Cục bảo vệ đất Hoa Kỳ (1986), Mô hình ULSE cải tiến (RULSE) của Hiệp hội Bảo vệ đất Hoa Kỳ (1995), Mô hình đánh giá tác động của các hệ thống quản lý nông nghiệp đến xói mòn và bùn cát (GAMES) của Đại học Guelph (Canada)... các mô hình ngẫu nhiên Woolhiser và Blinco (1975), Rice (1982) Fogel (1976), Laursen (1975), Box và Jenkins (1970)... [5, 6, 7, 8].

Để tính lượng bùn cát thoát ra khỏi hồ có thể dựa vào tài liệu đo đạc thực tế hoặc theo các phương pháp tính hiệu quả bẫy bùn cát của Brown, Brune và Churchill [1, 3, 5].

Để chuyển đổi từ khối lượng bồi lắng sang thể tích bồi lắng cần xác định mật độ khối trung bình của bùn cát bồi lắng. Ngoài tài liệu phân tích thực tế, có thể sử dụng quan hệ kinh nghiệm của Rooseboom (1975), Braune (1984) hoặc 02 phương trình kinh nghiệm của Strand (1974) để xác định mật độ khối trung bình của bùn cát bồi lắng [3].

3.3. Phương pháp mô hình số

Các mô hình số diễn toán trong lòng sông- hồ nhằm định lượng phân bố bùn cát bồi lắng bao gồm các mô hình một chiều, hai chiều và ba chiều. Molias và Yang (1986) đã lưu ý rằng các mô hình hai chiều, ba chiều cần rất nhiều giờ máy và đòi hỏi một lượng số liệu đo đạc lớn để kiểm chứng và hiệu chỉnh. Thực tế ở nhiều nước trên thế giới trong đó có Việt Nam, hai yêu cầu này không được đáp ứng tốt nên khi dùng chúng người ta phải cân nhắc rất kỹ và thường chỉ áp dụng cho việc nghiên cứu diễn biến lòng sông vùng cửa sông hoặc các hồ chứa ở vùng trung du dạng hình nan quạt rộng và nông. Dưới đây xin điểm qua một số mô hình bồi lắng cát bùn thường được sử dụng rộng rãi ở Hoa Kỳ và nhiều nước khác trên thế giới [1]:

- ★ *Mô hình HEC-6*: do William Thomas thuộc Trung tâm Kỹ thuật thủy văn Hoa Kỳ xây dựng từ năm 1973. Mô hình đã nhiều lần được sửa đổi và cải tiến. Phiên bản 1993 cho phép mô phỏng quá trình bồi lắng cát bùn hồ chứa cho các hạt có kích cỡ thay đổi từ sét ($d = 0,00024 - 0,004$ mm) đến đá tảng ($d > 256$ mm). HEC-6 là mô hình một chiều viết cho dòng chảy ổn định trong kênh hở lòng động, được thiết kế để dự báo sự biến đổi địa hình lòng sông-hồ do bồi lắng hoặc xói lở cát bùn trong các thời đoạn dài (chủ yếu là một số tháng hoặc nhiều năm). Mặc dù vậy, nó cũng có thể được sử dụng để mô phỏng quá trình bồi-xói trong các trận lũ.
- ★ *Mô hình GSTARS (the General Stream Tube Model for Alluvial River Simulation)*: do Cục Khai hoang Hoa Kỳ xây dựng. GSTARS là mô hình một chiều viết cho dòng không ổn định, nhưng có khả năng mô phỏng một vài khía cạnh nào đó của dòng chảy hai chiều bằng cách sử dụng khái niệm ống dòng để tính toán thủy lực và vận tải bùn cát. Mô hình có thể tính bồi-xói cho hơn 10 cấp hạt khác nhau nhưng không mô phỏng được quá trình bồi-xói của các hạt sét và bùn.
- ★ *Mô hình FLUVIAL*: là mô hình một chiều do Howard Chang xây dựng, gồm 5 khối: khối tính thủy lực, khối tính bùn cát, khối tính sự thay đổi lòng sông theo chiều ngang, khối tính sự thay đổi lòng sông theo chiều dọc, khối tính sự thay đổi lòng sông theo chiều ngang của những đoạn sông cong. Mô hình không có khả năng mô phỏng quá trình bồi-xói của các hạt sét và bùn.

- ★ *Mô hình WENDY*: do Viện Kỹ thuật thủy lợi và môi trường Delf (Hà Lan) kết hợp với Tổ hợp Kỹ thuật Núi tuyết (Australia) xây dựng năm 1982. WENDY là mô hình một chiều viết cho dòng không ổn định. Mô hình không có khả năng mô phỏng quá trình bồi-xói của các hạt sét và bùn.
- ★ *Mô hình TABS-2*: là một bộ các chương trình do Thomas và McAnally xây dựng năm 1985 dùng để mô phỏng các quá trình dòng chảy, vận chuyển bùn cát và bồi-xói trong các sông, hồ, vịnh và cửa sông. TABS-2 gồm 03 khối: khối RMA-2 dùng để tính thủy lực cho dòng chảy hai chiều, khối STUDH dùng để tính vận tải và bồi lắng bùn cát, khối RMA-4 dùng để tính toán các tham số chất lượng nước.
- ★ *Mô hình SSIIM*: được Nils Olsen xây dựng bằng việc sử dụng phương pháp thể tích hữu hạn để giải các phương trình Navier Stokes trong không gian ba chiều trên một lưới cơ bản không trục giao. Một mô hình thể tích hữu hạn ba chiều khác cũng được sử dụng để tính toán nồng độ bùn cát trong hồ chứa bằng việc giải phương trình khuếch tán/đối lưu. SSIIM có rất ít khả năng mô phỏng quá trình bồi-xói của các hạt mịn, sét và bùn. Mô hình chỉ có thể chạy trên các máy tính có tốc độ và bộ nhớ lớn với hệ điều hành OS/2.

4. Một số kiến nghị

Trên cơ sở tổng quan các phương pháp tính toán bồi lắng cát bùn hồ chứa, xin có một số kiến nghị đối với việc tính toán bồi lắng cát bùn hồ chứa Sơn La như sau:

- (1) Tính toán bồi lắng cát bùn hồ Sơn La bao gồm cả việc tính toán bồi lắng cát bùn hồ Hòa Bình và quá trình bồi-xói lòng sông Đà hạ du đập Hòa Bình dưới tác động điều tiết của công trình thủy điện Sơn La. Việc tính toán này phải được thực hiện đồng thời bằng cả ba phương pháp như trên đã trình bày, và phải tận dụng tối đa các kết quả đã nghiên cứu về bồi lắng cát bùn hồ Hòa Bình.
- (2) Phải sớm tiến hành đo đạc địa hình lòng hồ đến cao trình trên mực nước gia cường, thiết kế và xây dựng các tuyến khảo sát địa hình trên lòng hồ và các phụ lưu chính đổ vào hồ. Khoảng cách trung bình giữa hai tuyến liên kế nhau khoảng 02 km. Khi đo địa hình các mặt cắt ngang, nhất thiết phải định vị bằng hai đường dây hoặc định vị bằng kỹ thuật GPS (Global Positioning System).
- (3) Phải tiến hành thu thập các tài liệu về đặc điểm lưu vực (khí hậu, địa hình, thảm phủ, thổ nhưỡng...) và khảo sát thủy văn - thủy lực - bùn cát (mực nước, lưu tốc, độ đục, suất chuyển cát đáy, thành phần hạt...) tại một số mặt cắt dọc theo lòng hồ và các chi lưu chính đổ vào hồ. Đây là những tài liệu cần thiết giúp cho công việc kiểm định và hiệu chỉnh các mô hình tính lượng bùn cát gia nhập từ lưu vực, mô hình bồi lắng cát bùn trong hồ.

(xem tiếp trang 29)

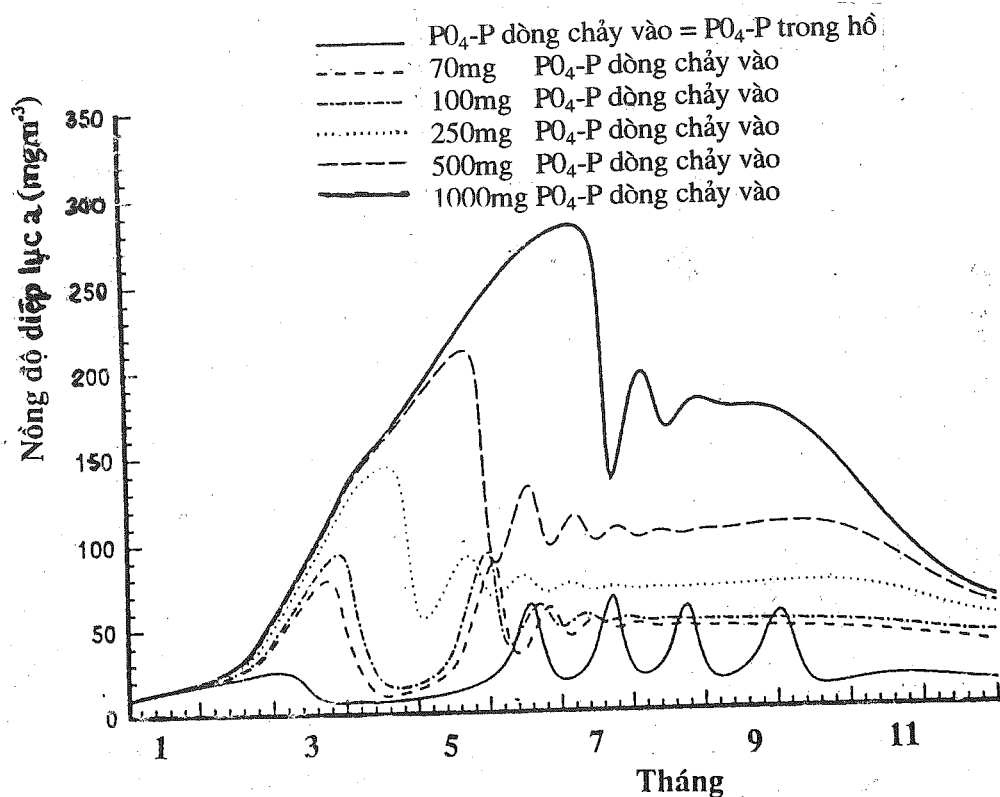
- Aquat. Bot., 51: 243-257.
18. van der Molen, D.T., Los, F.J., van Ballegooijen and van der Vat, M.P., 1994. Mathematical modelling as a tool for management in eutrophication control of shallow lakes. *Hydrobiol.*, 275/276: 479-492.
 19. van Vierssen, W.V., M.J.M. Hootsmans, J. Vermaat, 1994. Lake Veluwe, A Macrophyte-dominated System under Eutrophication Stress. Kluwer Academic Publishers, 374 pp.
 20. Vymazal, J., 1995. Algae and Element Cycling in wetlands, *Lewis Publishers Press*, 689 pp.
 21. Welch, E.B. and Schriever, G.D., 1994. Alum treatment effectiveness and longevity in shallow lakes. *Hydrobiol.*, 275/276: 423-431.
 22. Williams, C.H. and B.R. Davies, 1979. The rates of dry matter and nutrient loss from decomposing *Potamogeton pectinatus* in a brackish south-temperate coastal lake. *Freshwat. Biol.* 9: 13-21.
-

(tiếp theo trang 24)

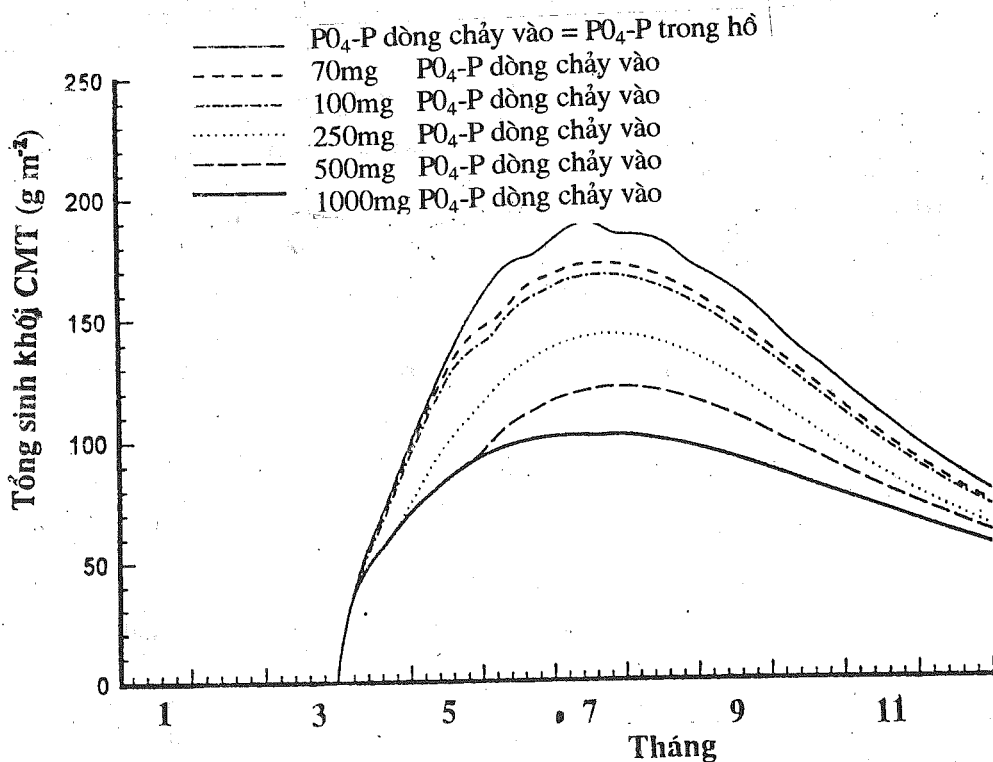
- (4) Nên sử dụng mô hình GAMES để tính lượng bùn cát gia nhập khu giữa. Đối với các hồ dạng sông hẹp, dài và dốc với bùn cát chủ yếu là cát, bùn và sét như hồ Sơn La, Hòa Bình thì nên tính bồi lắng cát bùn hồ bằng HEC-6. Các mô hình HEC-6, GSTARS, FLUVIAL đều có thể áp dụng để tính bồi-xói lòng sông Đà hạ lưu đập Hòa Bình dưới tác động điều tiết của công trình thủy điện Sơn La, Hòa Bình.

Tài liệu tham khảo

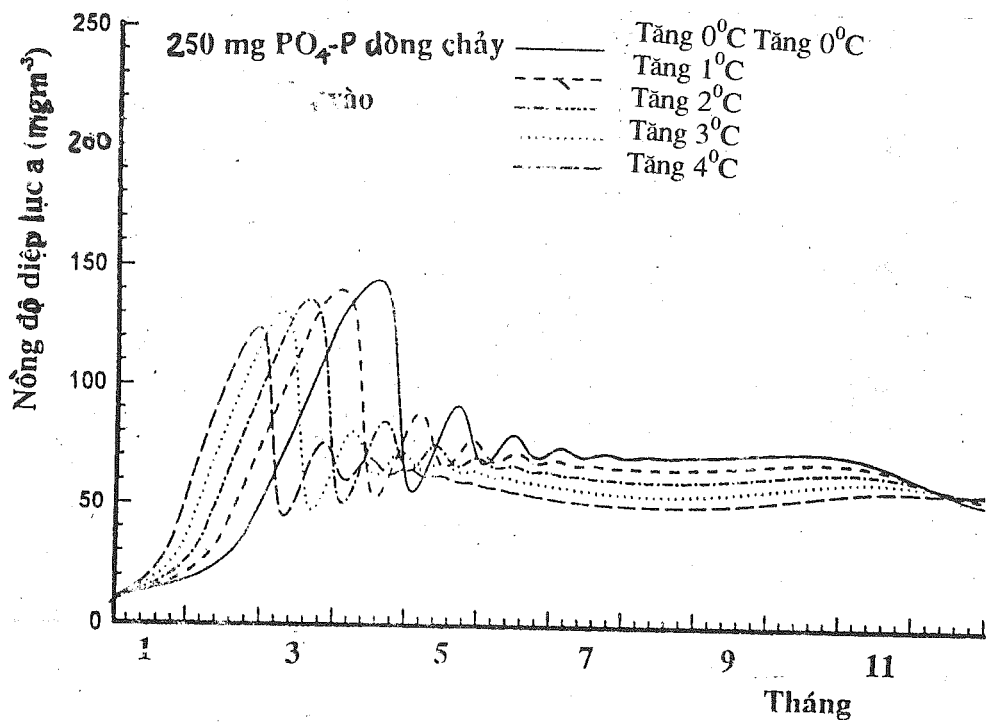
1. Gregory L. Morris and Jiahua Fan. Reservoir Sedimentation Handbook.- McGraw-Hill Companies, USA 1998.
2. HR Wallingford. SWIMM Version 1.1 User Manual.- June, 1991. Wallingford, Oxfordshire, UK.
3. Elsevier. Reservoir Sedimentation.- Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo 1987.
4. Đại học Thủy Lợi Hà Nội. Giáo trình Động lực học sông ngòi.- NXB. Nông nghiệp, Hà Nội, 1981.
5. U.S.Army Corps of Engineers. Engineering and Design Sedimentation investigations of rivers and reservoirs.- Washington DC, 1995.
6. Norman Hudson. Soil Conservation (Second Edition).- Cornell University Press. Ithaca, New York, 1981.
7. International Research and Training Center on Soil Erosion and Sedimentation.- Lecture Notes on Soil Erosion and its Control. Quangzhou, China, 1990.
8. Phạm Hùng (Đại học thủy lợi Hà Nội), Phạm Đình Lộc (Đài KTTV Khu vực Đồng bằng Bắc Bộ). Nhận xét ban đầu về mô hình xói mòn và chuyển tải bùn cát trên lưu vực. Tập san Khí tượng Thủy văn số 1(457/1999). Hà Nội, 1999.



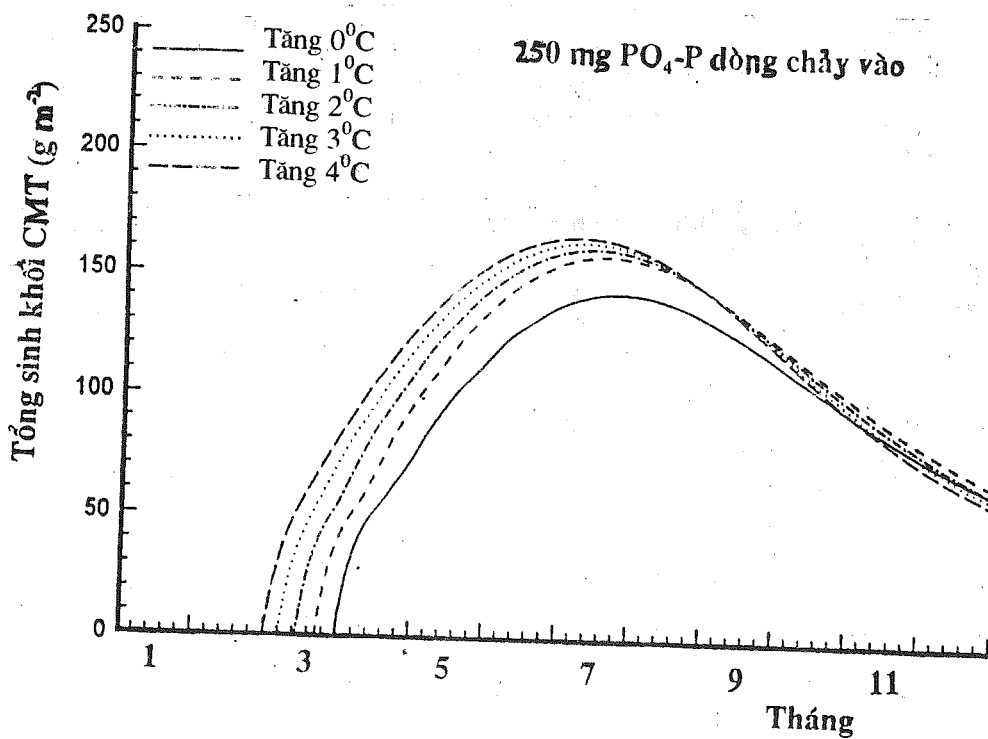
Hình 1a. Hiệu ứng nồng độ photpho của dòng chảy vào tới sự phát triển của TVN.



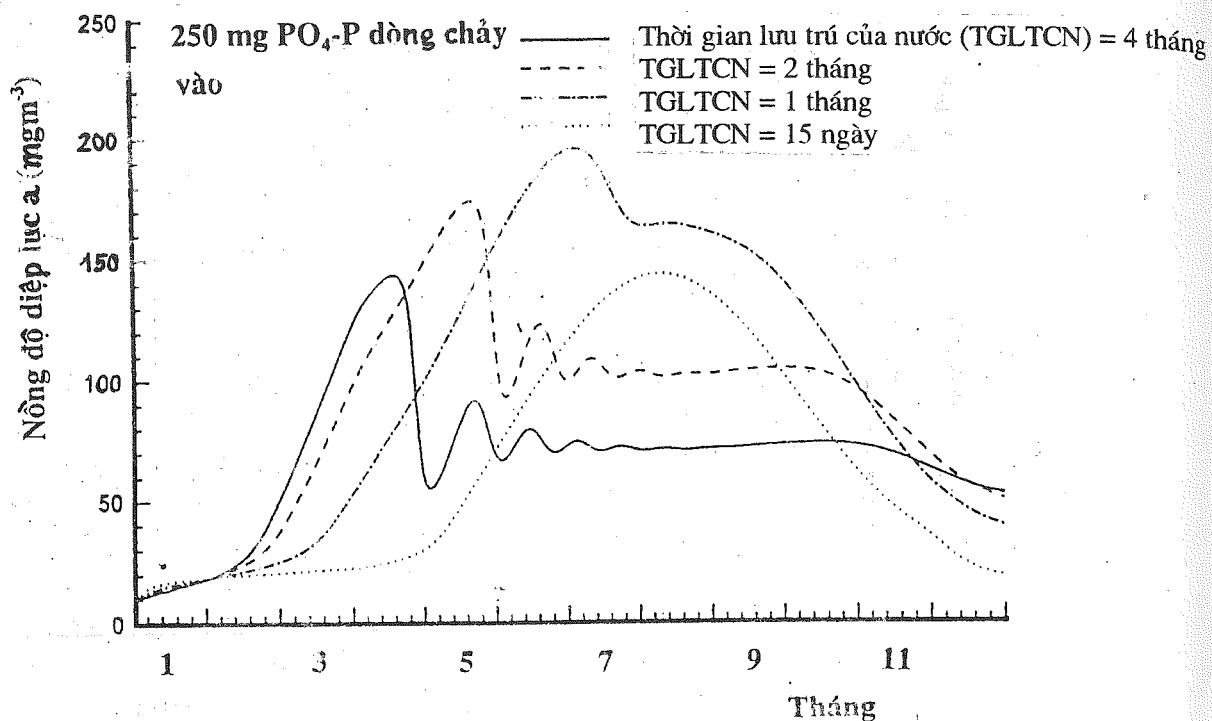
Hình 1b. Hiệu ứng nồng độ photpho của dòng chảy vào tới sự phát triển của CMT



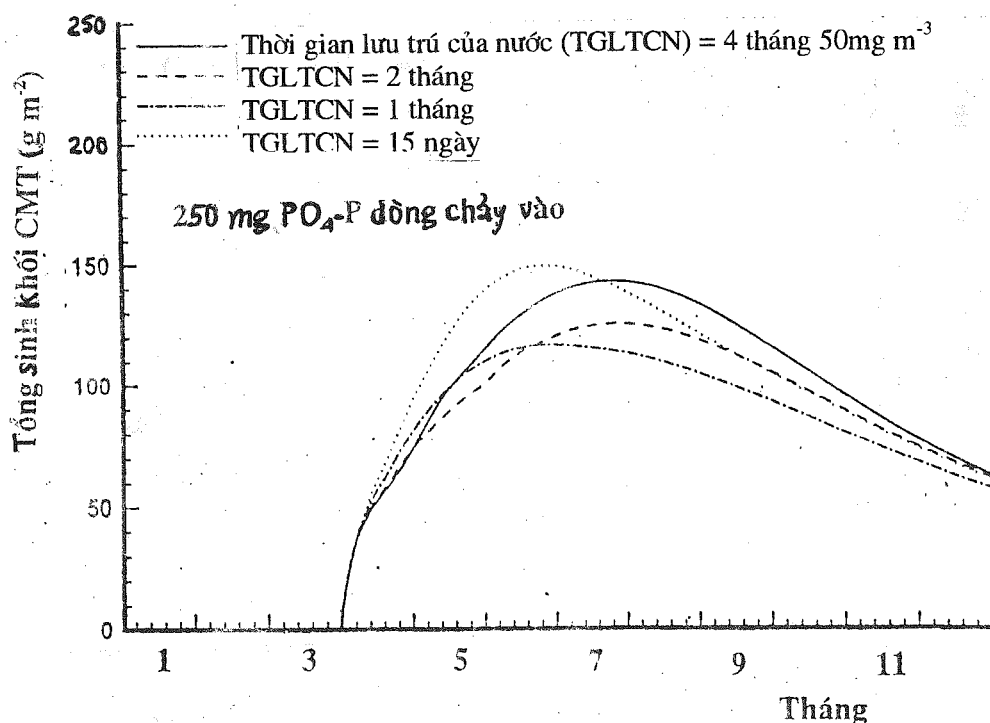
Hình 2a. Hiệu ứng nhiệt độ nước tăng tới sự phát triển của TVN.



Hình 2b. Hiệu ứng nhiệt độ nước tăng tới sự phát triển của CMT.



Hình 3a. Hiệu ứng thời gian lưu trú của nước tới sự phát triển của TVN.



Hình 3b. Hiệu ứng thời gian lưu trú của nước tới sự phát triển của CMT.