

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PHÂN BỐ MIKE SHE MÔ PHÒNG DÒNG CHẢY MẶT CHO LƯU VỰC SÔNG LA

⁽¹⁾ Hoàng Văn Đại, ⁽²⁾ Trần Hồng Thái, ⁽³⁾ Hoàng Anh Huy

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia

⁽³⁾Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

MIKE SHE là mô hình hệ thống phân bố được sử dụng để mô phỏng dòng chảy mặt và sát mặt. Mô hình mô phỏng các chu trình thủy văn cơ bản như quá trình bốc thoát hơi nước, dòng chảy tràn, dòng chảy trong lớp không bão hòa, dòng chảy ngầm, dòng chảy trong kênh và tương tác giữa chúng. Bài báo này là nghiên cứu bước đầu trong việc xây dựng và thiết lập bộ tham số của mô hình trong mô phỏng dòng chảy cho lưu vực sông La. Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm nghiệm với số liệu thực đo tại trạm thủy văn Hòa Duyệt và Sơn Diệm. Kết quả cho thấy, với bộ tham số mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm nghiệm, các chỉ số đánh giá hiệu quả mô phỏng dòng chảy ngày tại các trạm trên đạt kết quả tốt, RMSE dao động trong khoảng 26,1 m³/s - 127,5 m³/s, MAE trong khoảng từ 16,7 m³/s - 59,4 m³/s, R đạt mức trên 0,9, hệ số NASH đạt trên 0,8. Mô hình đã mô phỏng được tính phân bố của dòng chảy trên các lưu vực nhỏ.

Từ khóa: MIKE SHE, sông La, dòng chảy.

1. Tổng quan

Kết quả mô phỏng của mô hình thủy văn thường được sử dụng trong các nghiên cứu về nước cũng như hỗ trợ công tác ra quyết định đối với lĩnh vực tài nguyên nước. Mặc dù nhiều mô hình thủy văn đã được phát triển trong các nghiên cứu thủy văn lưu vực sông như SWM (Stanford Watershed Model), NAM, HEC-HMS, Sacramento,... đều là lớp các mô hình tập trung. Các tham số của mô hình tập trung đều mang tính chất trung bình theo không gian (Crawford và Linsey, 1966; Holtan et al, 1975; Burnash, 1995) và không xác định một cách trực tiếp. Do vậy, chúng không thể hiện được ý nghĩa vật lý của lưu vực. Hơn nữa, ứng dụng thường chỉ được giới hạn trong lưu vực sông đã được hiệu chỉnh và ở lưu vực tương tự. Sự khác biệt chính giữa mô hình tập trung và phân bố đã được tổng hợp trong nghiên cứu của Refsgaard (1997). Mô hình thủy văn phân bố sử dụng các tham số có mối quan hệ trực tiếp với đặc tính vật lý của lưu vực (địa hình, loại đất, thảm phủ, địa chất,...) và biến đổi theo không gian cả về tính chất vật lý và

điều kiện khí tượng. MIKE SHE (DHI, 2014) được phát triển theo hướng này và là một hệ thống mô hình phân bố toàn diện dựa trên mô phỏng tất cả các quá trình thủy văn cơ bản. Ứng dụng mô hình MIKE SHE đã được đề cập trong nhiều nghiên cứu trên thế giới như của Jayatilaka (1998) và Singh (1999) về quản lý tài nguyên nước, dự báo lũ (Jasper et al, 2002), đặc tính thủy lực (Romano và Palladino, 2002;... Christiaens và Feyen, 2001; Zhiqiang Zhang, 2008), thủy văn nước ngầm (Refsgaard, 1999; Feyen, 2000; Andersen, 2001; Va'zquez và Feyen, 2003; Johnson, 2003), lũ quét (G.B. Sahoo, 2005).

Cấu trúc của mô hình MIKE SHE bao gồm các quá trình ước tính mưa hiệu quả, thấm, bốc hơi, dòng chảy ngầm trong vùng bão hòa và không bão hòa, dòng chảy trong kênh (Refsgaard, 1997). Hệ phương trình Saint-Venant rút gọn được sử dụng để mô phỏng dòng chảy trong sông trên cơ sở tiếp nhận dòng chảy mặt được mô phỏng theo không gian hai chiều. Hệ phương trình Richards một chiều được sử dụng để tính toán sự biến đổi cột áp lực trong tầng không bão hòa.

Các chuyển động ngang của nước trong vùng không bão hòa được coi là không đáng kể. Phương trình bao chiều Boussinesq được sử dụng để tính toán dòng chảy ngầm trong đới không bão hòa.

Dòng chảy hình thành trên sông La bị ảnh hưởng mạnh bởi sự hoạt động của các hoàn lưu khí quyển, là nguyên nhân gây ra các thiên tai lũ lụt, lũ quét trên lưu vực. Sự phân bố không đều về nguồn nước trong năm dẫn đến những khó khăn đáng kể trong công tác quản lý tài nguyên nước trong lưu vực. Do vậy, việc ứng dụng mô hình để mô phỏng dòng chảy trên lưu vực có ý nghĩa quan trọng trong công tác quy hoạch tài nguyên nước, dự báo cũng như các đánh giá về quy luật hình thành dòng chảy trên các lưu vực nhỏ thuộc các sông miền núi. Đây là lý do chính để tác giả sử dụng mô hình MIKE SHE để mô phỏng dòng chảy trên lưu vực sông La. Nghiên cứu bước đầu tập trung vào thiết lập dữ liệu đầu vào kết hợp với hiệu chỉnh tham số mô hình để mô phỏng dòng chảy thời đoạn ngày cho lưu vực sông La.

Lưu vực sông La bao gồm hai chi lưu là sông Ngàn Phố và sông Ngàn Sâu. Sông Ngàn Phố bắt nguồn từ các dòng suối nhỏ vùng núi Giăng Màn, trong địa phận các xã Sơn Hồng, Sơn Kim 1 và Sơn Kim 2 huyện Hương Sơn, ven biên giới Việt - Lào, ở độ cao khoảng 700 m. Chiều dài tối đa khoảng 71 - 72 km. Diện tích lưu vực 1.060 km², độ cao trung bình 331 m, độ dốc trung bình 25,2%. Mật độ sông suối 0,91 km/km². Tổng lượng nước 1,40 km³ tương ứng với lưu lượng trung bình 45,6 m³/s. Sông Ngàn Phố chảy gần như theo hướng Tây - Đông tới ngã ba Tam Soa, giáp ranh các xã Sơn Tân, Sơn Long (huyện Hương Sơn) với các xã Trường Sơn, Tùng Ảnh (huyện Đức Thọ). Tại đây, hợp lưu với sông Ngàn Sâu từ các huyện Hương Khê, Vụ Quang chảy từ phía Nam lên để tạo thành sông La, một phụ lưu của sông Lam.

Khu vực nghiên cứu nằm trong vùng thường bị ảnh hưởng trực tiếp của các loại hình thiên tai, bao gồm: bão, áp thấp nhiệt đới, mưa lớn, lũ, lũ

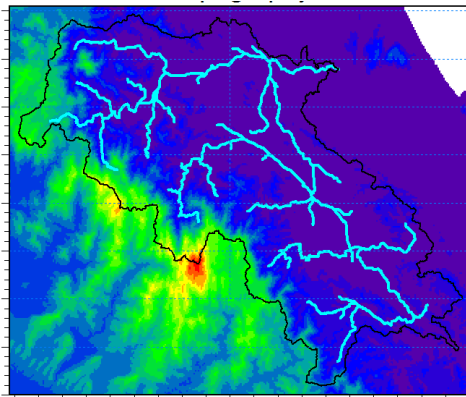
quét... Trận lũ điển hình xảy ra từ ngày 18 - 22/9/2002 có xuất hiện lũ quét ở vùng thượng lưu sông Ngàn Phố. Trận lũ đã làm 70.694 ngôi nhà bị ngập, bị cuốn trôi, bị tốc mái và hư hỏng nặng, đê điều bị sạt lở, sạt 26 km. Tuyến đê hữu sông Lam huyện Nam Đàn bị vỡ 2 đoạn dài 20 m, sâu 3 m, hồ bị vỡ sạt lở 136 chiếc, ngập 420 ha. Hệ thống đường quốc lộ 1A qua đoạn Nghi Xuân, quốc lộ 8A bị ngập; tỉnh lộ, huyện lộ, đường liên xã, liên thôn bị ngập, giao thông bị chia cắt; 392 km đường bị sạt lở, 1014 cầu cống bị hỏng,...

Trận lũ quét lịch sử tháng 10/2007 gây lũ quét bất ngờ tràn qua các xã Châu Kim, Mường Nọc, Tiên Phong, Nậm Giải huyện Quế Phong, tỉnh Nghệ An. Lũ quét đã chia cắt hoàn toàn 4 xã, hệ thống thông tin liên lạc bị mất hoàn toàn, 13 người dân bị chết, tài sản của trạm biên phòng bị cuốn trôi hoàn toàn, 4 nhà dân bị nước cuốn, 2 nhà bị sập. Tại xã Tri Lễ, giao thông cũng đã bị chia cắt nhiều đoạn giữa các bản với nhau, nhiều đoạn đường sạt lở hàng trăm mét, ... Trận lũ tháng 10/2016, mưa lũ đã gây ngập lụt 93 xã trên địa bàn 9 huyện, thành phố với tổng số dân bị ngập là 24.158 hộ làm 2 người chết và 9 người mất tích.

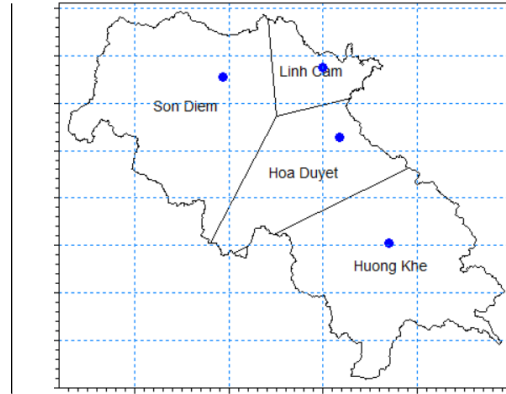
2. Phương pháp và dữ liệu

Miền mô phỏng là toàn bộ lưu vực sông La tính từ thượng lưu, bao gồm cả phần lưu vực nằm trên lãnh thổ Lào, tới điểm hợp lưu đổ vào sông Cả. Giới hạn lưu vực và mạng lưới sông trong nghiên cứu được xác định trên cơ sở sử dụng bản đồ độ cao số độ phân giải 30x30 m (DEM-30) (Hình 1).

Mô hình MIKE SHE tính toán dòng chảy tràn mặt bằng phương pháp sai phân hữu hạn sử dụng lưới ô vuông. Do đó, để tiến hành mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy trên lưu vực dựa trên cơ sở số liệu thu thập được cũng như phù hợp mục đích tính toán, nghiên cứu sử dụng lưới mô phỏng có kích thước là 320 x 270 ô, kích thước ô lưới là 300 x 300 m. Thời đoạn mô phỏng kéo dài 9 năm (từ 01/01/2000 - 31/12/2008) với bước thời gian mô phỏng được lựa chọn là một ngày.



(a) Dữ liệu địa hình



(b) Sơ đồ phân phối mưa theo đa giác Thiessen

Hình 1. Dữ liệu địa hình và phân phối mưa theo đa giác Thiessen

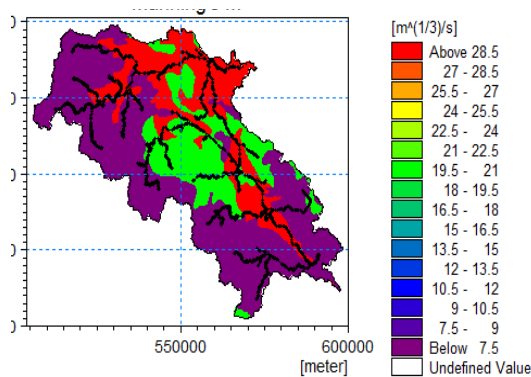
Số liệu mưa đầu vào sử dụng trong mô hình là mưa thực đo thời đoạn ngày các năm 2000 - 2004 và năm 2007 - 2008 của 4 trạm: Sơn Diệm, Linh Cẩm, Hòa Duyệt và Hương Khê. Phân phối mưa trên lưu vực được xác định theo phương pháp đa giác Thiessen (Hình 1).

Hệ số nhám sườn dốc phụ thuộc vào hiện trạng sử dụng đất và đặc tính thảm phủ thực vật phía trên bề mặt. Căn cứ trên bản đồ sử dụng đất của lưu vực sông La năm 2010, nghiên cứu sử dụng phương pháp tra bảng để xác định hệ số nhám sườn dốc trên bề mặt lưu vực. Dữ liệu sử dụng đất được giả thiết là không thay đổi đáng kể trong toàn bộ chuỗi thời đoạn mô phỏng của mô hình. Sơ đồ phân bố hệ số nhám Manning's M trên sườn dốc của lưu vực sông La được thể hiện trong hình 2.

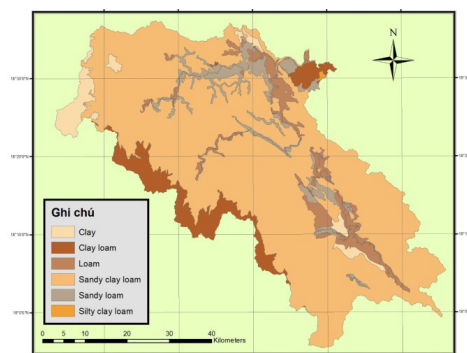
MIKE SHE cung cấp 3 mô hình tính toán sự trao đổi ẩm trong tầng không bão hòa, bao gồm: mô hình 2 lớp giản hóa, mô hình dòng chảy trọng

lực hoặc mô hình dựa vào phương trình Richard. Do sự hạn chế về tài liệu mặt cắt thổ nhưỡng của vùng nghiên cứu, mô hình 2 lớp giản hóa (2-layer UZ) đã được sử dụng để mô phỏng quá trình trao đổi ẩm trong tầng không bão hòa. Mô hình này sử dụng các phương trình và hệ thức cân bằng nước dựa trên nghiên cứu của Yan và Smith (1994) để mô phỏng quá trình bốc thoát hơi nước và thấm diễn ra trong tầng không bão hòa.

Trên cơ sở bản đồ đất của lưu vực sông La, dựa vào thông tin về thành phần cơ giới của mỗi loại đất, nghiên cứu đã tiến hành phân chia lại các loại đất trên lưu vực sông La thành các nhóm có thành phần cơ giới giống nhau dựa trên cơ sở phân loại của Cơ quan Nông nghiệp Hoa Kỳ - USDA. Các giá trị độ rỗng, độ rỗng hữu dụng đối với cây trồng, điểm héo và tốc độ thấm ứng với từng nhóm đất được xác định theo phương pháp tra bảng (Bảng 1).



(a) Phân bố hệ số nhám M trên bề mặt lưu vực



(b) Phân loại đất theo thành phần cơ giới

Hình 2. Phân bố hệ số nhám M và phân loại đất theo thành phần cơ giới

Bảng 1. Phân loại đất trên lưu vực sông La theo thành phần cơ giới

Loại đất	Ký hiệu	Tỷ lệ cấp hạt cát (%)	Tỷ lệ cấp hạt sét (%)	Phân loại đất theo thành phần cơ giới (theo USDA)
Đất xám bạc màu trên đá Macma axit	Ba	61,4 – 75,4	11,7 – 24,4	Sandy loam
Đất xám bạc màu trên đá cát	Bq	14 – 29	44,6 – 62,8	Clay
Đất thung lũng do sản phẩm dốc tụ	D	51,2 – 69	14,5 – 27,2	Sandy clay loam
Đất sỏi mòn trơ sỏi đá	E	–	–	Sandy clay loam
Đất vàng đỏ trên đá Macma axit	Fa	53,4 – 60,2	18,9 – 25,9	Sandy clay loam
Đất đỏ vàng biến đổi do trồng lúa nước	Fl	16,2 – 35,8	30,8 – 48,3	Clay
Đất nâu vàng trên phù sa cổ	Fp	14,6 – 39,4	35 – 58	Clay
Đất vàng nhạt trên đá cát	Fq	55,1 – 61,8	23,5 – 24,0	Sandy clay loam
Đất đỏ vàng trên đá phiến sét	Fs	51 – 60,2	18,2 – 34	Sandy clay loam
Đất mùn vàng đỏ trên đá Granit	Ha	20,4 – 44,2	31,8 – 32,0	Clay loam
Đất mùn vàng đỏ trên phiến thạch sét	Hs	12,3 – 35	48,5 – 57,5	Clay
Đất phù sa không được bồi hàng năm	P	45 – 62	12 – 17	Sandy loam
Đất phù sa được bồi hàng năm	Pb	41,6 – 47,2	10,6 – 23,2	Loam
Đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng	Pf	21,8 – 52,4	15,4 – 27,4	Loam
Đất phù sa gầy	Pg	25,2 – 40,4	30,8 – 37,6	Clay loam
Đất phù sa úng nước	Pj	13,2 – 24,4	16,4 – 51,8	Silty clay loam
Đất phù sa ngòi suối	Py	52 – 61	9,4 – 26	Sandy loam

Lượng bốc thoát hơi trên lưu vực là tổng lượng thoát hơi nước qua lá trong quá trình phát triển của thảm thực vật và lượng bốc hơi nước qua mặt thoáng trong thời kỳ đó. Giá trị này phụ thuộc rất nhiều vào đặc điểm thổ nhưỡng, địa hình và sự biến đổi của lớp thảm phủ thực vật trên bề mặt. Cơ cấu thảm phủ được giả thiết là

không thay đổi theo thời gian. Riêng với đối tượng đất phục vụ sản xuất nông nghiệp, do có sự luân canh mùa vụ trong năm, nghiên cứu đã dựa trên tài liệu về cơ cấu cây trồng cũng như lịch thời vụ do Sở NN&PTNT tỉnh Hà Tĩnh cung cấp (Bảng 2) để xác định sự biến đổi bốc hơi của lớp thảm phủ bề mặt.

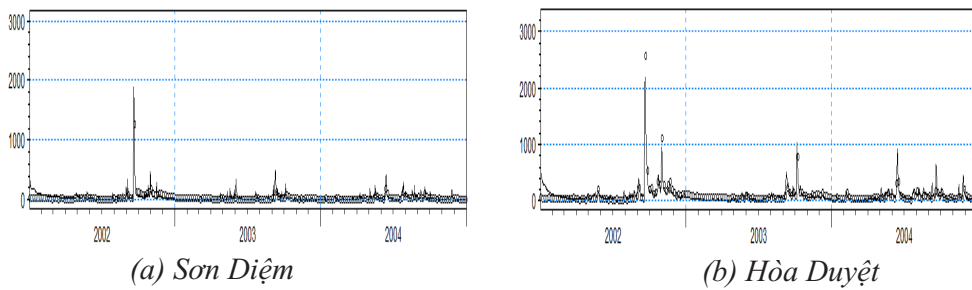
Bảng 2. Lịch thời vụ trên lưu vực sông La

Cây trồng		Thời gian sinh trưởng (ngày)	Thời kỳ gieo mạ	Tuổi mạ khi cấy (số lá)	Thời kỳ thu hoạch
Vụ Chiêm xuân	Lúa	125 – 135	20/01 – 25/01	3,5 – 4	30/4 – 05/5
	Ngô	110 – 125	05/02 – 20/02	Gieo trực tiếp	15/3 – 25/3
Vụ mùa	Lúa	110 – 125	25/5 – 5/6	12 – 15	10/9 – 20/9
	Ngô	90 – 115	5/6 – 15/6	Gieo trực tiếp	15/9 – 25/9

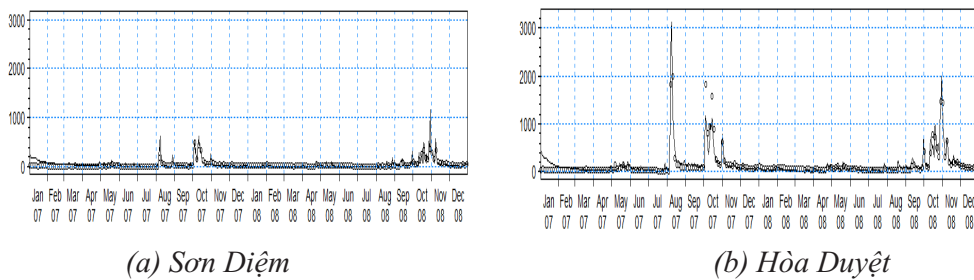
3. Kết quả và thảo luận

Dựa trên số liệu được thu thập, nghiên cứu đã tiến hành hiệu chỉnh và kiểm định theo giá trị lưu lượng ngày thực đo cho 2 trạm Sơn Diệm và Hòa Duyệt. Nghiên cứu lựa chọn thời đoạn hiệu

chỉnh là 3 năm (từ 01/01/2002 - 31/12/2004), thời đoạn kiểm định là 2 năm (từ 01/01/2007 - 31/12/2008). Các thông số được hiệu chỉnh bao gồm hệ số nhám, hệ số K trong diễn toán musk-ingum và các thông số về đặc tính đất.



Hình 3. Đường quá trình lưu lượng tính toán và thực đo từ 01/01/2002 – 31/12/2004



Hình 4. Đường quá trình lưu lượng tính toán và thực đo 01/01/2007 – 31/12/2008

Kết quả bước đầu cho thấy tại thời điểm đầu thời đoạn mô phỏng, mô hình cho giá trị tính toán lưu lượng lớn hơn nhiều so với thực tế. Lý do của kết quả này là do điều kiện mực nước ban đầu trong tầng bão hòa được thiết lập rất cao, cụ thể nghiên cứu sử dụng giá trị độ sâu mực nước ngầm là -0,79 m so với mặt đất để gán cho toàn miền mô phỏng. Điều này trên thực tế là không hợp lý bởi mực nước ngầm biến đổi liên tục theo không gian, và càng về phía miền núi thì mực nước ngầm càng ở sâu hơn so với những vùng ven biển. Quá trình trao đổi ẩm giữa tầng bão hòa và lòng sông do đó sẽ diễn ra mạnh hơn, từ đó dẫn tới kết quả mô phỏng dòng chảy thiên lớn. Do đó, việc thiết lập thời khoảng đệm đủ dài như đã trình bày ở trên là hợp lý. Trong nghiên cứu này, mô hình mất khoảng 4 tháng để tự ổn định điều kiện ban đầu.

Sai số hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được thể hiện trong bảng 3. Các chỉ số này được xác định sau khi đã loại bỏ kết quả tính toán trong 4 tháng đầu thời đoạn mô phỏng để tránh những sai số gây ra trong quá trình mô hình tự ổn định điều kiện ban đầu.

Kết quả đánh giá cho thấy chất lượng của mô hình được xây dựng là rất khả quan, RMSE chỉ dao động trong khoảng 26,1 m³/s - 127,5 m³/s, đồng thời MAE xấp xỉ trong khoảng từ 16,7 m³/s - 59,4 m³/s. Hệ số tương quan đạt mức cao (trên 0,9), hệ số NASH cũng đạt loại tốt (trên 0,8). Tuy nhiên tại một số bước thời gian mô hình cho kết quả không thật sự tốt, sai số mô phỏng hụt cực đại lên tới 1135 m³/s, sai số mô phỏng vượt lớn nhất cũng lên tới 338 m³/s, kết quả này có thể do nguyên nhân trạm đo mưa được hiện có trong lưu vực chưa phản ánh được phân bố mưa trên một số lưu vực bộ phận. Để có đánh giá chi tiết, nghiên cứu tiến hành chia nhỏ giai đoạn đánh giá thành các mùa dòng chảy trong năm. Theo đó, mùa lũ bắt đầu từ tháng 6 đến tháng 12, mùa kiệt bắt đầu từ tháng 12 đến tháng 5 năm sau.

Bảng 4 cho thấy mô hình mô phỏng dòng chảy mùa kiệt khá tốt, tuy nhiên lại có xu hướng cho kết quả thiên nhỏ khi tính toán cho mùa lũ. Tuy vậy, nhìn chung, các chỉ số đánh giá hiệu quả mô phỏng cho thấy mô hình được xây dựng là tốt.

Bảng 3. Các chỉ số đánh giá kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Trạm	Thời đoạn	ME (m ³ /s)	MAE (m ³ /s)	RMSE (m ³ /s)	STDres (m ³ /s)	E _{-max} (m ³ /s)	E _{+max} (m ³ /s)	R	NASH	
Sơn Diệm	Hiệu chỉnh	2002	15,6	30,1	82,8	81,3	-1135	338	0,958	0,827
		2003	0,5	16,7	31,1	31,0	-193	301	0,793	0,844
		2004	-3,1	14,7	26,1	25,9	-81	178	0,833	0,883
		Toàn bộ	3,8	21,1	55,9	55,7	-1135	338	0,925	0,809
	Kiểm định	2007	-5,8	20,1	37,5	37,0	-179	198	0,929	0,792
		2008	3,5	18,1	29,2	29,0	-66	290	0,963	0,862
Toàn bộ		-0,2	18,9	32,8	32,8	-179	290	0,948	0,833	
Hòa Duyệt	Hiệu chỉnh	2002	22,1	47,2	117,2	115,1	-1063	148	0,954	0,848
		2003	17,6	29,9	40,4	36,3	-312	100	0,944	0,862
		2004	-0,3	26,5	49,4	49,4	-445	190	0,921	0,834
		Toàn bộ	13,1	36,3	81,2	80,1	-1063	190	0,946	0,849
	Kiểm định	2007	12,5	59,4	127,5	126,9	-833	234	0,969	0,916
		2008	4,6	34,2	58,0	57,8	-378	229	0,972	0,941
Toàn bộ		7,8	44,3	92,4	92,0	-833	234	0,969	0,925	

Ghi chú: ME: Sai số trung bình; MAE: Sai số tuyệt đối trung bình; RMSE: Sai số quân phương; E_{-max}: Sai số mô phỏng hụt lớn nhất; E_{+max}: Sai số mô phỏng vượt lớn nhất; R: Hệ số tương quan; NASH: Hệ số NASH

Bảng 4. Các chỉ số đánh giá kết quả mô phỏng theo mùa

Chỉ số	Sơn Diệm		Hòa Duyệt	
	Mùa kiệt	Mùa lũ	Mùa kiệt	Mùa lũ
ME (m ³ /s)	-3,34	-1,06	-11,32	-10,79
RMSE (m ³ /s)	23,50	65,15	35,60	117,69
E _{-max} (m ³ /s)	-81	-1135	-445	-1063
E _{+max} (m ³ /s)	301	338	142	234

4. Kết luận

Nghiên cứu đã thiết lập được mô hình MIKE SHE cho lưu vực sông La nhằm mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy trên lưu vực. Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định sử dụng giá trị lưu lượng thực đo ngày tại 2 trạm thủy văn Sơn

Diệm và Hòa Duyệt. Kết quả đạt loại tốt với giá trị tương quan đạt trên 0,92; NASH trên 0,8. Tuy nhiên, cần có nghiên cứu sâu hơn về chế độ dòng chảy lũ và cập nhật các số liệu mới, các trạm quan trắc mưa để nâng cao hiệu quả áp dụng mô hình cho lưu vực.

Lời cảm ơn: Bài báo này được hoàn thành dưới hỗ trợ về mặt số liệu của đề tài “Nghiên cứu khả năng ứng dụng mô hình MIKE SHE để mô phỏng độ ẩm trong đất, áp dụng thí điểm cho dòng chính lưu vực sông La”, mã số 13.01.16.E.01. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

- 1) DHI (2014), *MIKE SHE Flow Modules Manual*, Danish Hydraulic Institute, Denmark.
- 2) <http://sonongnghiaphatinh.gov.vn/category23/Lich-thoi-vu.htm>
- 3) Jayatilaka, C.J., Storm, B., Mudgway, L.B. (1998), *Simulation of flow on irrigation bay scale with MIKE-SHE*, Journal of Hydrology 208, 108–130.
- 4) Mirela-Alina Sandu*, Ana Virsta (2015), *Applicability of MIKE SHE to Simulate Hydrology in Argesel River Catchment*, International Conference "Agriculture for Life, Life for Agriculture".
- 5) Refsgaard, J.C. (1997), *Parameterization, calibration and validation of distributed hydrological models*, Journal of Hydrology 198, 69–97.

- 6) Refsgaard, J.C., Knudsen, J. (1996), *Operational validation and intercomparison of different types of hydrological models*, Water Resources Research 32 (7), 2189–2202.
- 7) Refsgaard, J.C., Thorsen, M., Jensen, J.B., Kleeschulte, S., Hansen, S. (1999), *Large scale modelling of groundwater contamination from nitrate leaching*, Journal of Hydrology 221, 117–140.
- 8) Romano, N., Palladino, M., (2002), *Prediction of soil water retention using soil physical data and terrain attributes*, Journal of Hydrology 265, 56–75.
- 9) Sahoo, G.B., Ray, C., De Carlo, E.H. (2004), *Flow Forecasting Using Artificial Neural Network and a Distributed Hydrological Model MIKE SHE*, International Conference on Emerging Technology (ICET), Kalinga Institute of Industrial Technology, India.
- 10) Shade, P.J., Nichols, W.D. (1996), *Water budget and the effects of land-use changes on ground-water recharge*, Oahu, Hawaii: U.S. Geological Survey Professional Paper 1412-C, 38 p
- 11) Singh, R., Subramanian, K., Refsgaard, J.C. (1999), *Hydrological modeling of a small watershed using MIKE SHE for irrigation planning*. Agricultural Water Management 41, 149–166.
- 12) Viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp (2011), *Báo cáo tóm tắt đất Hà Tĩnh*.
- 13) Zhang, Zhiqiang, Shengping Wang, Ge Sun, Steven G. McNulty, Huayong Zhang, Jianlao Li, Manliang Zhang, Eduard Klaghofer, and Peter Strauss (2008), *Evaluation of the MIKE SHE Model for Application in the Loess Plateau*, China. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA) 44(5):1108-1120. DOI: 10.1111/j.1752-1688.2008.00244.x

APPLICATION OF DISTRIBUTED MODEL MIKE SHE TO SIMULATE SURFACE FLOW IN LA RIVER BASIN

⁽¹⁾ Hoang Van Dai, ⁽²⁾ Tran Hong Thai, ⁽³⁾ Hoang Anh Huy

⁽¹⁾ Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

⁽²⁾ National Hydro-Meteorological Service

⁽³⁾ HaNoi University of Natural Resources and Environment

MIKE SHE is a distributed hydrological modeling applied for simulating surface and subsurface flow. The model can simulate the basic stages of hydrological cycle such as evapotranspiration, overflow, flow in unsaturated zone, ground water flow, channel flow and interaction between them. This paper introduces the initial research in development and setup the model parameters for simulating flow in La river basin. The calibration and verification steps of the model have been applied with observed data in Hoa Duyet and Son Diem stations. Results showed that, with the calibrated and verified model parameters, the effectiveness indicators in daily flow simulation at the station are good results; RMSE ranges between 26,1 m³/s to 127,5 m³/s, MAE was between 16,7 m³/s to 59,4 m³/s, R reached over 0,9, and NASH coefficient is over 0,8. Simulation models are calculated distribution of the flow on the small basin. The model has simulated well the property distribution of flow in small river basins.

Key word: MIKE SHE, La river, flow.