

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA SỬ DỤNG ĐẤT ĐẾN NGẬP LỤT HẠ LƯU SÔNG LAM BẰNG MÔ HÌNH MIKE SHE

Trần Duy Kiều, Lê Thị Thường

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Mô hình thủy văn thông số phân bố là loại mô hình xem xét đến sự biến đổi cả về không gian lẫn thời gian của các điều kiện mặt đệm cũng như đặc trưng khí tượng thủy văn trên toàn lưu vực, do đó dòng chảy trên lưu vực sông được xem xét một cách toàn diện, đầy đủ cả về nguyên nhân hình thành, cơ chế phát triển và quá trình suy giảm. Bài báo trình bày kết quả bước đầu nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE SHE đánh giá tác động của sử dụng đất đến dòng chảy lũ và ngập lụt lưu vực sông Lam.

Từ khóa: MIKE SHE; Thông số phân bố; Sử dụng đất; Hạ lưu sông Lam.

Abstract

Assessing the impacts of land use on flooding at Lam river downstream area using MIKE SHE model

Distributed parameter hydrological model of takes into account the distribution both spatial and temporal surface conditions as well as hydro-meteorological characteristics of whole region. Therefore, the river basin flow is assessed comprehensively with the formation cause, development mechanism and declining process. This paper presents the results of the initial research using MIKE SHE model to assess the impact of land-use on the downstream flow of Lam River and establish flooding maps.

Keywords: MIKE SHE; Distributed parameters; Land use; Lam river downstream.

1. Đặt vấn đề

Bản đồ ngập lụt (BĐNL) đã trở thành công cụ quan trọng trong công tác cảnh báo lũ, ngập lụt, phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai do lũ, lụt gây ra. Vì vậy công tác xây dựng BĐNL đã được triển khai thực hiện khá bài bản trong nhiều công trình nghiên cứu và đã đạt được những thành công nhất định. Đối với hạ lưu sông Lam, BĐNL ứng với trận lũ lịch sử năm 1978 đã được xây dựng bằng việc sử dụng các mô hình toán MIKE FLOOD [1], HEC-RAS kết hợp với HEC-GeoRAS[1]. Mặc dù các BĐNL này được xây dựng với bản đồ địa hình khá chi tiết, độ chính xác của mô hình thủy lực 1 chiều cho dòng chảy trong

sông có độ tin cậy khá cao, chất lượng của BĐNL cũng được so sánh, đánh giá với thực tiễn, song vẫn còn những hạn chế nhất định. Một trong những hạn chế đó là việc ngập lụt mới chỉ xem xét ở góc độ sinh ra do dòng chảy trong sông quá lớn, vượt khỏi cao trình đê, gây nên ngập lụt mà chưa xem xét đến ngập lụt sinh ra do lượng mưa lớn trên lưu vực trong thời gian ngắn, quá trình tập trung sườn dốc quá nhanh và khả năng thoát lũ của lưu vực quá chậm, do vậy các BĐNL trước đây cũng chưa phản ánh hết được những nguy hại do lũ mang lại.

Để xem xét một cách đầy đủ hơn, toàn diện hơn về nguy cơ và mức độ ngập lụt do lũ gây ra đối với mỗi lưu vực

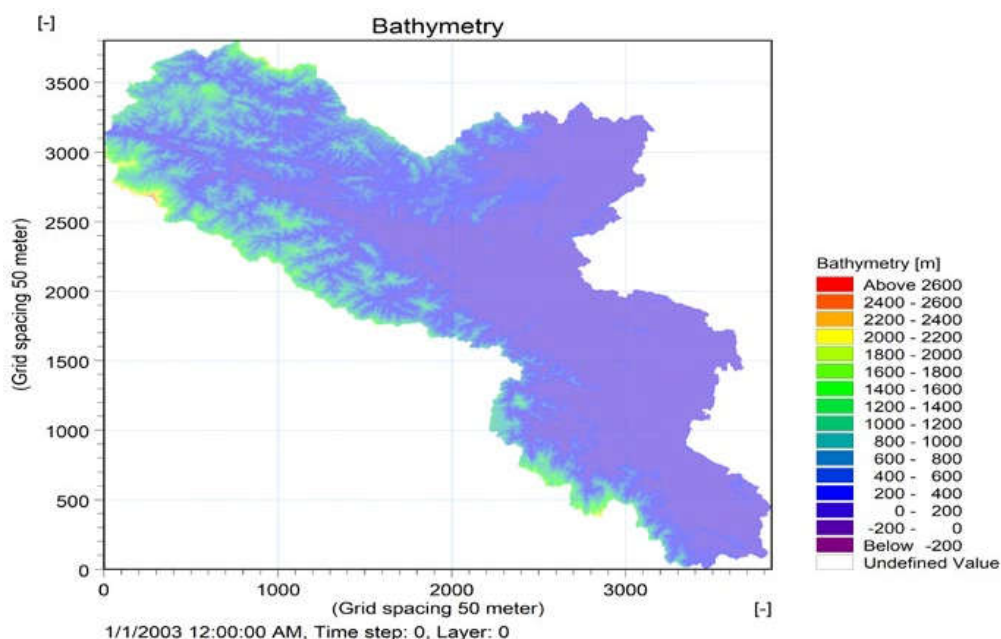
sông thì các thông tin về hiện trạng sử dụng đất, thảm phủ thực vật, điều kiện địa hình, điều kiện khí tượng (mưa, bốc hơi) ... là vô cùng cần thiết và rất quan trọng. Nhằm tích hợp các lớp thông tin liên quan đến khả năng gây ngập lụt trên lưu vực sông, các tác giả đã ứng dụng thành công mô hình MIKE SHE phục vụ thành lập BĐNL khu vực hạ lưu sông Lam trong trận lũ 10/2010, các kết quả nghiên cứu sẽ được trình bày chi tiết trong các nội dung dưới đây.

2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu

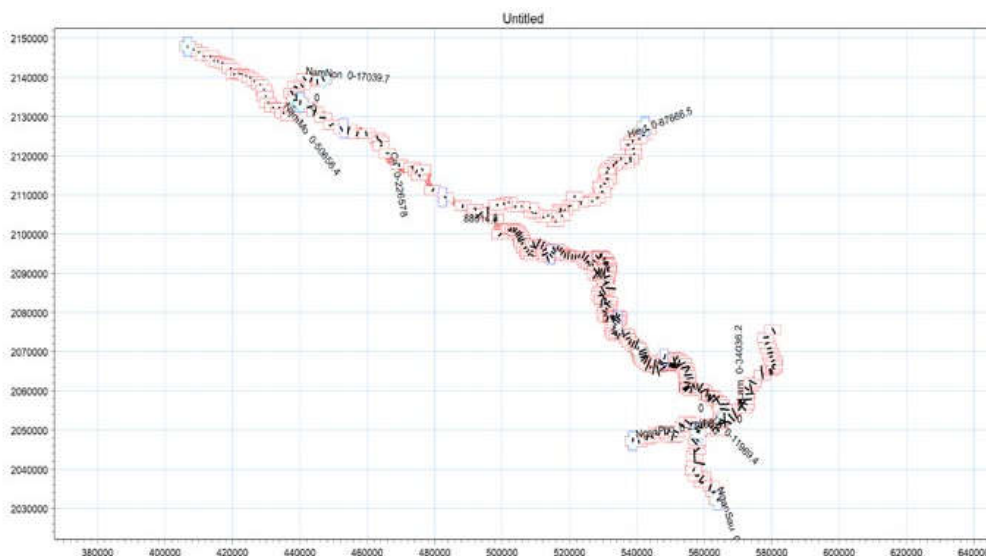
2.1. Số liệu phục vụ nghiên cứu

2.1.1. Số liệu địa hình

Số liệu địa hình (Hình 1) được sử dụng trong bài báo này là bản đồ DEM 50 m x 50 m được xây dựng năm 2005 dựa trên bản đồ địa hình tỷ lệ 1:25.000, 1:10.000.



Hình 1: Bản đồ DEM lưu vực sông Lam năm 2005 trong mô hình MIKE SHE



Hình 2: Sơ đồ mạng lưới sông và hệ thống mặt cắt ngang lưu vực sông Lam

Nghiên cứu

Số liệu mặt cắt với 133 mặt cắt trên dòng chính sông Cà (Hình 2) được giới hạn từ hồ Bản Vẽ đến trạm Cửa Hội, khoảng cách 276,6 km. Sông Nậm Mộ có 21 mặt cắt được giới hạn từ Mường Xén đến ngã ba sông Nậm Mộ - Cà. Sông Hiếu có 53 mặt cắt được giới hạn từ trạm Nghĩa Khánh về đến ngã ba Cây Chanh. Sông La có 7 mặt cắt được giới hạn từ Vĩnh Khánh đến Trường Xá. Sông Ngàn Phố có 11 mặt cắt được giới hạn từ trạm thủy văn Sơn Diêm đến Vĩnh Khánh. Sông Ngàn Sâu có 11 mặt cắt được giới hạn từ trạm thủy văn Hòa Duyệt đến Vĩnh Khánh.

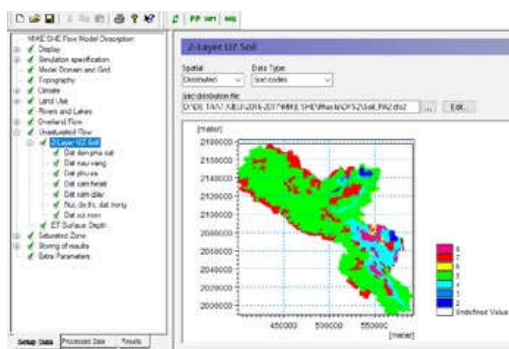
2.1.2. Số liệu khí tượng thủy văn

Số liệu mưa (Hình 3) là số liệu mưa ngày của 15 trạm, gồm: Mường Xén, Cửa Rào, Con Cuông, Tương Dương, Quỳnh Châu, Nghĩa Khánh, Tây Hiếu, Dừa, Đô Lương, Nam Đàn, Hương Khê, Hòa Duyệt, Sơn Diêm, Linh Cảm và Vinh.

Số liệu bốc hơi (Hình 4) là số liệu bốc hơi ngày của 6 trạm, gồm: Tương Dương, Quỳnh Châu, Tây Hiếu, Đô Lương, Hương Khê và Vinh.

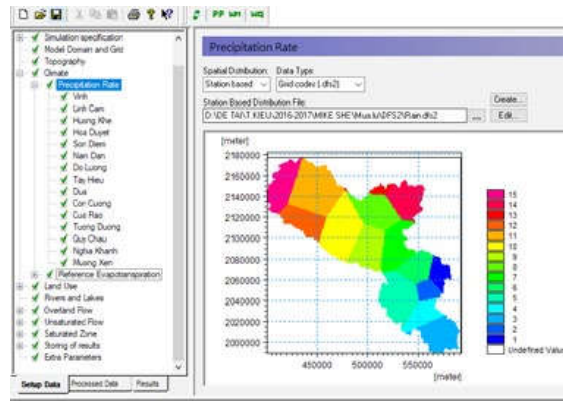
Số liệu lưu lượng ngày của 7 trạm, gồm: Mường Xén, Quỳnh Châu, Nghĩa Khánh, Dừa, Yên Thượng, Hòa Duyệt và Sơn Diêm.

Số liệu mực nước ngày của 6 trạm, gồm: Đô Lương, Yên Thượng, Nam Đàn, Linh Cảm, Chợ Trảng và Cửa Hội.

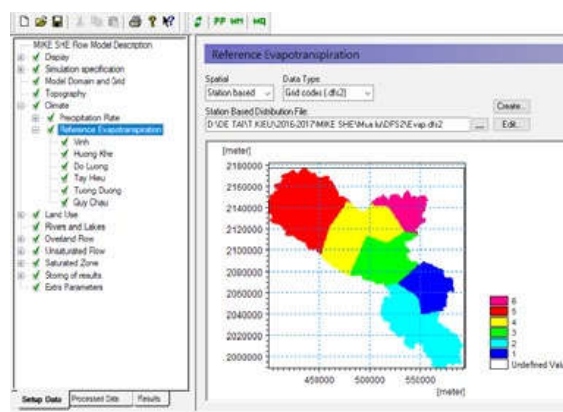


Sử dụng đất

Hình 5: Sự phân bố của mặt đệm lưu vực sông Lam trong mô hình MIKE SHE



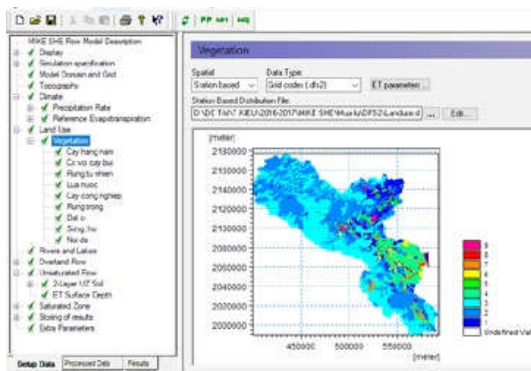
Hình 3: Phân bố mưa lưu vực sông Lam trong mô hình MIKE SHE



Hình 4: Phân bố bốc hơi lưu vực sông Lam trong mô hình MIKE SHE

2.1.3. Số liệu sử dụng đất

Số liệu sử dụng đất, thảm phủ thực vật được sử dụng từ bản đồ hiện trạng sử dụng đất (Hình 5a), bản đồ phân bố thảm thực vật năm 2012 (Hình 5b) với bản đồ tỉ lệ 1:10.000 cho 2 tỉnh Nghệ An và Hà Tĩnh.



Thảm thực vật

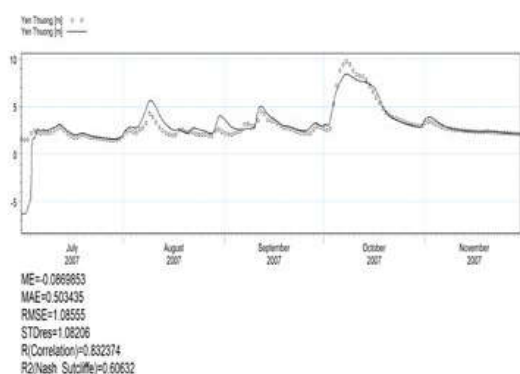
2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để đánh giá sự tác động của sử dụng đất đến dòng chảy lũ, đặc biệt là ngập lụt cho mỗi lưu vực sông thì mô hình MIKE SHE là sự lựa chọn tốt nhất, bởi đây là mô hình toán thủy văn vật lý thông số phân bố mô phỏng chu trình nước đất hoàn chỉnh bằng cách ghép nối với mô hình định tuyến dòng chảy MIKE 11 [5], bao gồm sự chuyển động của nước trong vùng bão hoà, vùng không bão hoà và bốc hơi, sự di chuyển dòng nước hai chiều của dòng chảy trên đất liền, sự dịch chuyển dòng nước một chiều trong hệ thống sông suối. Sự di chuyển nước trong vùng bão hoà được mô phỏng bằng khác biệt hữu hạn ba chiều hoặc bề chứa tuyến tính. Sự dịch chuyển 2 chiều của dòng chảy trên mặt

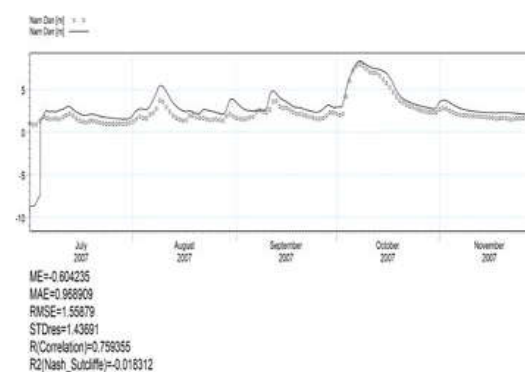
đất được mô phỏng bằng cách sử dụng phương pháp khác biệt hữu hạn. Phương pháp sóng khuếch tán của phương trình Saint Venant được sử dụng để mô phỏng sự dịch chuyển một chiều của dòng chảy trong sông suối. Sự di chuyển nước trong vùng không bão hoà được mô phỏng sử dụng phương trình Richards hoặc dòng chảy trọng lực, hoặc phương pháp cân bằng nước hai lớp [5].

3. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE SHE

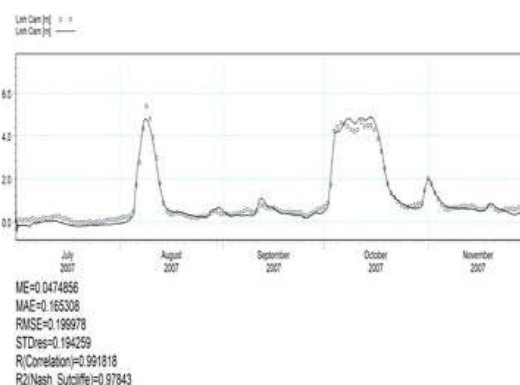
Sử dụng chuỗi số liệu dòng chảy trong các tháng mùa lũ từ tháng VII đến tháng XI năm 2007, bài báo đã tiến hành hiệu chỉnh mô hình MIKE SHE [6] cho mùa lũ trên lưu vực sông Lam. Kết quả hiệu chỉnh được thể hiện ở hình 6 và bảng 1 dưới đây:



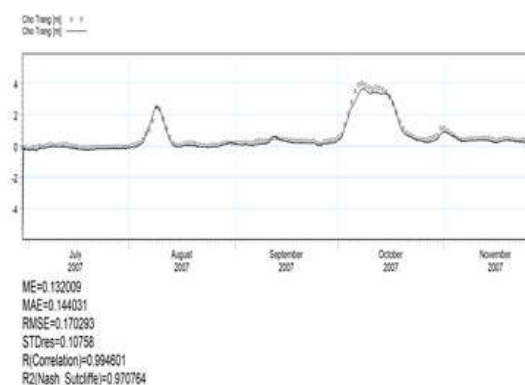
Yên Thượng



Nam Đàn



Linh Cảm



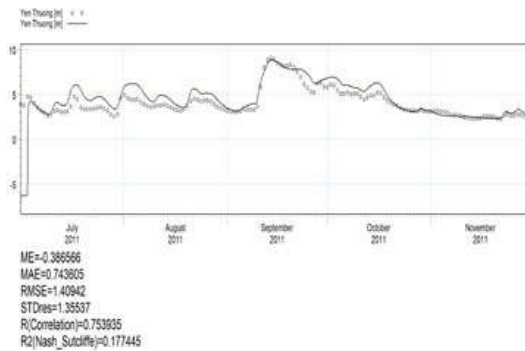
Chợ Trảng

Hình 6: Đường quá trình mực nước tính toán và thực đo mùa lũ năm 2007 lưu vực sông Lam

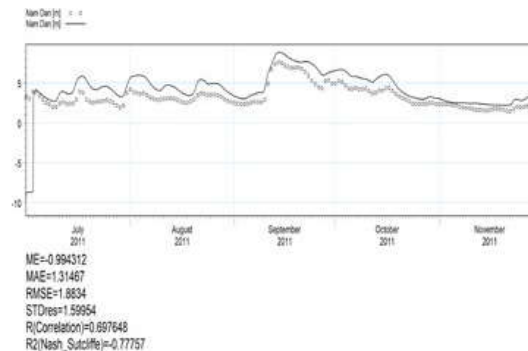
Bảng 1. Đánh giá chất lượng hiệu chỉnh mô hình MIKE SHE mùa lũ 2007

TT	Trạm	ME	MAE	RMSE	STDres	Nash
1	Nam Đàn	-0.60	0.97	1.56	1.44	0.76
2	Linh Cảm	0.05	0.17	0.20	0.19	0.99
3	Chợ Tràng	0.13	0.14	0.17	0.11	0.99
4	Yên Thượng	-0.09	0.50	1.09	1.08	0.83

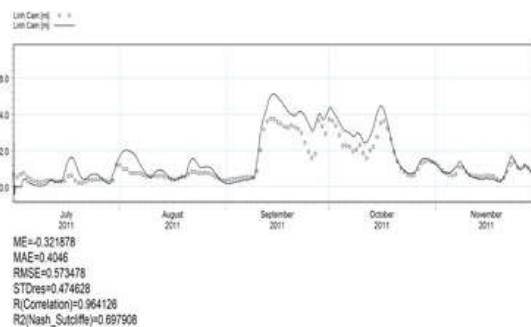
Sử dụng chuỗi số liệu dòng chảy trong các tháng mùa lũ từ tháng VII đến tháng XI năm 2013, bài báo tiến hành kiểm định mô hình MIKE SHE. Kết quả kiểm định được thể hiện ở hình 7 và bảng 2 dưới đây:



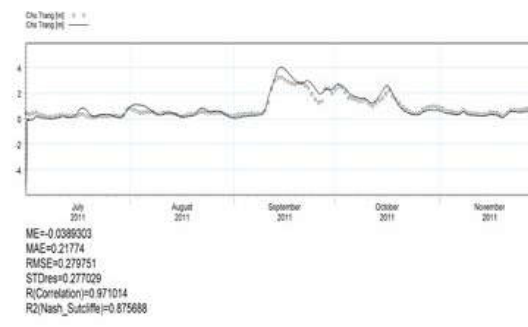
Yên Thượng



Nam Đàn



Linh Cảm



Chợ Tràng

Hình 7: Đường quá trình mực nước tính toán và thực đo mùa lũ năm 2013 lưu vực sông Lam

Bảng 2. Đánh giá chất lượng kiểm định mô hình MIKE SHE mùa lũ 2013

TT	Trạm	ME	MAE	RMSE	STDres	Nash
1	Nam Đàn	-0.99	1.31	1.88	1.60	0.70
2	Linh Cảm	-0.32	0.40	0.57	0.47	0.96
3	Chợ Tràng	-0.04	0.22	0.28	0.28	0.97
4	Đô Lương	-1.33	1.89	2.31	1.89	0.87
5	Yên Thượng	-0.39	0.74	1.41	1.36	0.75

Từ Bảng 1 và Bảng 2 thấy qua chỉ tiêu Nash để đánh giá chất lượng mô hình thời kì mùa lũ năm 2007 và 2013 cho kết quả tốt: giá trị Nash đều $> 0,70$; cao nhất tại Linh Cảm và Chợ Tràng với $Nash = 0,99$ (2007) và thấp nhất tại Nam Đàn với $Nash = 0,70$ (2013). Kết quả này cho thấy bộ thông số của mô hình đảm bảo độ tin cậy, có thể sử dụng cho các nghiên cứu tiếp theo.

4. Đánh giá tác động của sử dụng đất đến dòng chảy lũ hạ lưu sông Lam

Tháng X/2010 trên sông Ngàn Sâu đã xảy ra lũ đặc biệt lớn, tại Chu Lễ mực nước đạt đỉnh là 16,56 m (lúc 19 giờ ngày 16/X), trên BĐ3: 3,06 m, vượt lũ lịch sử năm 2007: 0,43 m; tại Hòa Duyệt: 12,37 m (lúc 24 giờ, ngày 16/X), trên BĐ3: 1,87 m; sông Ngàn Phố tại Sơn Diệm: 12,56 m, dưới BĐ3: 0,44 m; sông La tại Linh Cảm: 5,99 m, dưới BĐ3: 0,51 m [1].

Tại Nghệ An mưa lũ đã làm mực nước trên các sông dâng cao gây ngập úng ở các huyện Yên Thành, Đô Lương, Thanh Chương, Nam Đàn,... Tại Hà Tĩnh gần như cả tỉnh đã chìm trong nước lũ, 160/260 xã bị ngập, trong đó hơn 100 xã bị cô lập hoàn toàn, tập trung ở các huyện như: Hương Khê (22/22 xã và thị trấn bị ngập), Hương Sơn, Vũ Quang (12/12 xã bị ngập), thành phố Hà Tĩnh (16/16 xã phường bị ngập).

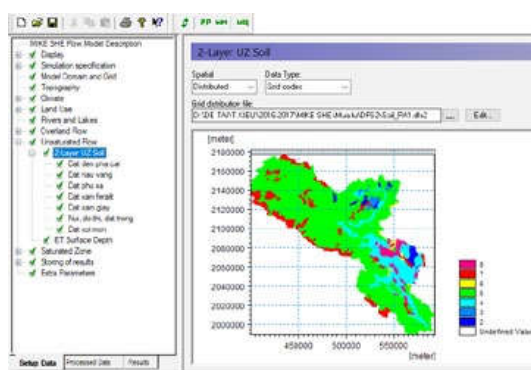
Có thể thấy, trận lũ tháng X/2010 là trận lũ gây ngập lụt với quy mô lớn ở

khu vực hạ lưu sông Lam. Do vậy nhóm tác giả đã sử dụng trận lũ tháng X/2010 để đánh giá sự ảnh hưởng của điều kiện mặt đệm đến ngập lụt hạ lưu sông Lam.

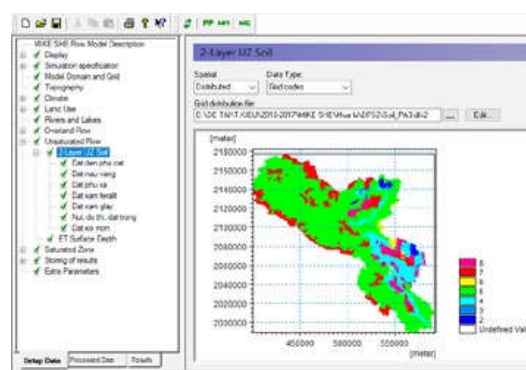
Trên lưu vực sông Lam hệ thống hồ chứa Bản Vẽ và đập Khe Bó chính thức đi vào hoạt động từ năm 2005. Qua phân tích chuỗi số liệu các trận lũ lớn trong vòng 55 năm qua (1961 - 2016) cho thấy, đặc trưng dòng chảy lũ khu vực hạ lưu sông Lam chịu sự chi phối khá lớn bởi hồ chứa Bản Vẽ. Đồng thời, dưới sự ảnh hưởng của hồ thủy điện Bản Vẽ, các hoạt động khai thác bề mặt lưu vực cũng diễn ra mạnh mẽ hơn, kinh tế - xã hội tăng trưởng nhanh chóng, quá trình đô thị hóa ngày càng gia tăng, nghĩa là quá trình sử dụng đất diễn biến phức tạp, ảnh hưởng lớn đến dòng chảy lũ. Từ đó bài báo đã lựa chọn năm 2005 là mốc thời gian đưa ra 2 kịch bản (Bảng 3) để đánh giá sự ảnh hưởng của sử dụng đất đến dòng chảy lũ hạ lưu sông Lam, như sau:

Bảng 3. Kịch bản đánh giá sự ảnh hưởng của sử dụng đất đến dòng chảy lũ

TT	Tên kịch bản	Đặc điểm
1	KB1	Sử dụng đất (trước năm 2005) chủ yếu cho nông nghiệp và lâm nghiệp, nghĩa là mức đô thị hóa, đất trống ở mức thấp (Hình 8.a và Bảng 5)
2	KB2	Sử dụng đất (sau năm 2005), hoạt động khai thác bề mặt lưu vực có nhiều sự thay đổi, mức đô thị hóa, đất trống ở mức cao, diện tích đất nông nghiệp và đất rừng bị thu hẹp (Hình 8.b và Bảng 5)



KB1

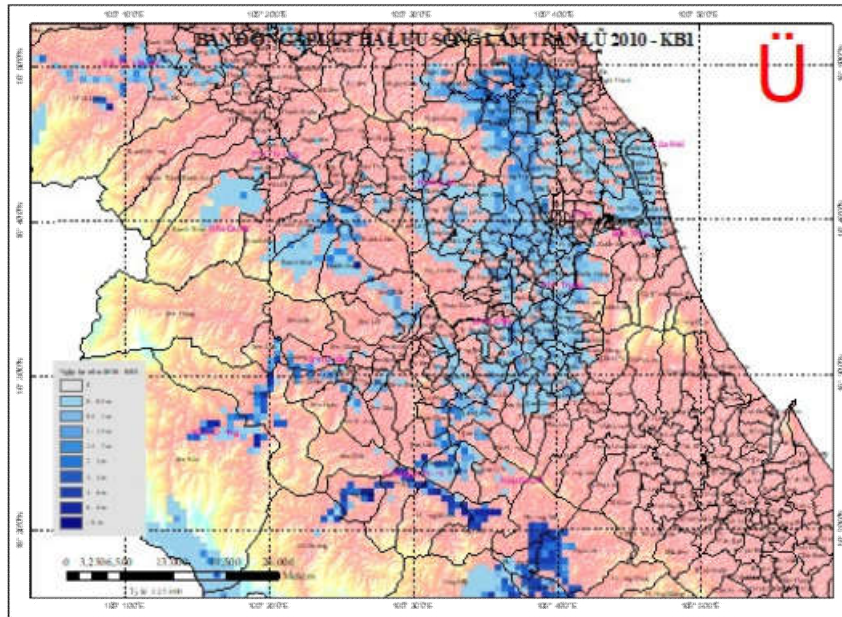


KB2

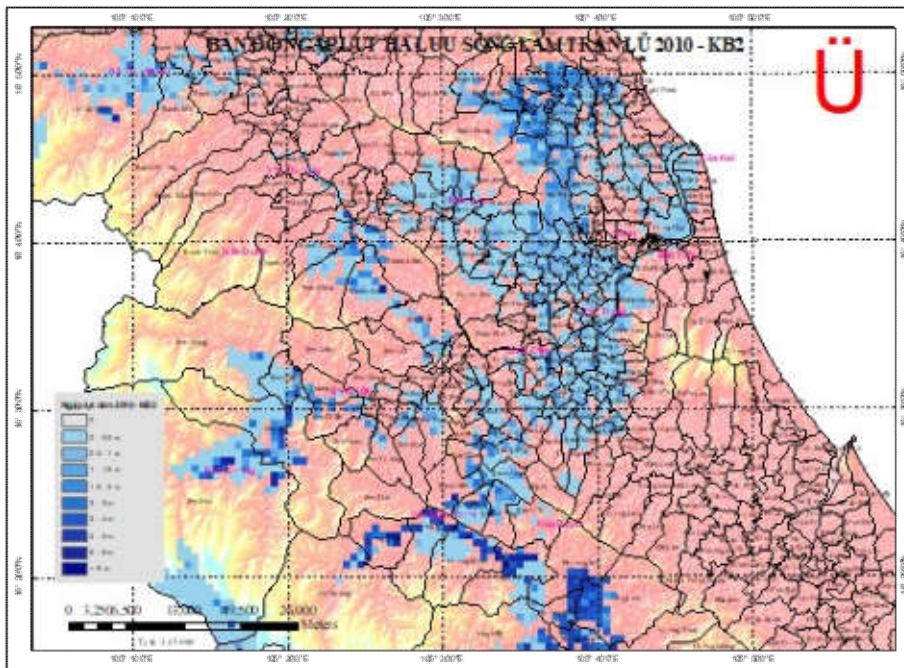
Hình 8: Kịch bản đánh giá sự ảnh hưởng của sử dụng đất đến dòng chảy lũ

Nghiên cứu

Với bộ thông số của mô hình MIKE SHE sau khi đã được hiệu chỉnh và kiểm định như trên, bài báo tiến hành đánh giá ảnh hưởng của sử dụng đất đến dòng chảy lũ hạ lưu sông Lam, kết quả như ở Hình 9, 10 và Bảng 4 và 5 dưới đây:



Hình 9: Bản đồ ngập lụt hạ lưu sông Lam trận lũ tháng X/2010 - KB1



Hình 10: Bản đồ ngập lụt hạ lưu sông Lam trận lũ tháng X/2010 - KB2

Bảng 4. Diện tích ngập lụt (ha) theo mức ngập (m) hạ lưu sông Lam trận lũ X/2010

TT		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mức ngập	Huyện	Đô Lương	Nam Đàn	Hưng Nguyên	Nghi Lộc	Hương Sơn	Vũ Quang	Đức Thọ	Hồng Lĩnh	Cửa Lò	Thanh Chương	Nghi Xuân	Vinh
0-0.5m	KB1	180	691	485	433	652	859	569	150	15	1293	472	344
	KB2	182	930	526	440	1265	1056	656	150	15	1184	293	339
0.5-1m	KB1	22	93	354	259	96	46	240	53		476	95	105
	KB2	21	134	308	237	108	52	212	53		475	73	105

1-1.5m	KB1	15	33	217	242	116	53	102	14		110	37	37
	KB2	15	55	244	247	123	51	126	14		122	24	42
1.5-2m	KB1	39	11	103	270	87	65	47			96		26
	KB2	39	11	116	267	110	81	54			85		26
2-3m	KB1	20		23	57	49	63	9			54		
	KB2	20		23	68	87	63	9			54		
3-4m	KB1	13				55	94				11		
	KB2	13				55	96				0		
4-6m	KB1					27	105				4		
	KB2					27	109				11		
6-8m	KB1					27	73				7		
	KB2					27	78						
>8m	KB1												
	KB2												

Bảng 5. Tốc độ thay đổi đất đô thị và sự thay đổi mức độ ngập lụt theo kịch bản

TT	Huyện	Tốc độ thay đổi đất đô thị, đất trống			Diện tích ngập (ha) ứng với độ sâu ngập (0-0.5 m) trận lũ X/2010		
		Diện tích năm 2000 (ha) [2] (KB1)	Diện tích năm 2014 (ha) [3, 4] (KB2)	Mức thay đổi (%)	KB1	KB2	Mức thay đổi (%)
1	Nam Đàn	1221	1644	35	691	930	34.6
2	Hưng Nguyên	737	835	13	485	526	8.4
3	Hương Sơn	9757	12219	25	652	1265	94.0
4	Vũ Quang	5354	6473	21	859	1056	22.9
5	Đức Thọ	2365	2810	19	569	656	15.3
6	Nghi Lộc	1704	1944	14	433	440	1.5
7	Đô Lương	1593	1768	11	180	182	1.2
8	Hồng Lĩnh	506	523	3	150	150	0.0
9	Cửa Lò	146	152	4	15	15	0.0
10	Thanh Chương	5069	5353	6	1293	1184	-8.4
11	Nghi Xuân	1906	2479	30	472	293	-37.9
12	Vinh	228	591	159	344	339	-1.6

Từ Bảng 5 cho thấy, nhìn chung sự tăng hay giảm diện ngập lụt hạ lưu sông Lam khá phù hợp với sự thay đổi cơ cấu đất đô thị (đất chuyên dụng và đất ở), nghĩa là sử dụng đất có tác động rất lớn đến dòng chảy lũ, cụ thể như:

Khu vực các huyện: Hương Sơn, Vũ Quang, Đức Thọ của Hà Tĩnh và Nam Đàn, Hưng Nguyên của Nghệ An, mức độ tăng của đất đô thị đất trống tỷ lệ thuận với sự gia tăng ngập

lụt ở những khu vực này. Cao nhất là ở khu vực Hương Sơn: tỷ lệ thay đổi đất đô thị đất trống tăng 25% thì diện ngập lụt cũng tăng 94%. Hay thấp nhất ở Hưng Nguyên: tỷ lệ tăng đất đô thị, đất trống là 13% mức ngập lụt tăng 8,4%.

Các huyện: Hồng Lĩnh của Hà Tĩnh và Nghi Lộc, Đô Lương, Cửa Lò của Nghệ An, khi mà diện ngập lụt gần như thay đổi không đáng kể (thậm chí là

không thay đổi) thì đất đô thị cũng thay đổi rất ít (chỉ từ 3 - 14%).

Tuy nhiên, một số khu vực thì mức độ thay đổi đô thị hóa lại ngược lại với xu hướng tăng, giảm về diện ngập lụt. Ví dụ khu vực thành phố Vinh, khi mức độ đô thị hóa rất cao, đất trồng cao (159%/14 năm - Do mở rộng địa giới thành phố Vinh) nhưng mức độ ngập lụt lại có xu hướng giảm (-1.6%). Điều này có thể được lý giải vì đây là những khu trung tâm kinh tế - xã hội của tỉnh, nên việc thoát lũ của những khu vực này được đầu tư xây dựng có chiều sâu và hành lang thoát lũ tương đối tốt. Hoặc do việc đô thị hóa xảy ra lớn nên độ dốc mặt đệm của khu vực được nâng lên, do vậy lũ dễ thoát sang các khu bên cạnh.

5. Kết luận

Qua kết quả nghiên cứu trên cho thấy:

MIKE SHE là bộ mô hình thông số phân bố khá tốt trong việc nghiên cứu sự ảnh hưởng của vấn đề sử dụng đất đến dòng chảy lũ trên lưu vực sông, từ đó góp phần bổ sung thêm cơ sở khoa học trong việc quy hoạch, phát triển bền vững nền đô thị phù hợp với điều kiện dòng chảy thủy văn trên mỗi lưu vực sông.

Khi sử dụng đất có sự thay đổi thì tác động đến dòng chảy lũ, theo đó diện tích ngập lụt cũng thay đổi theo, thể hiện rõ nhất là ở mức ngập từ 0 m đến 1,0 m; mức ngập lớn hơn chưa thể hiện rõ ràng.

Những thay đổi về sử dụng đất đô thị, đất trồng dẫn đến hệ quả là dòng chảy lũ bị tác động theo. Nó có thể giảm ở những khu kinh tế trọng điểm nhưng lại gia tăng ở những khu vực mà nền đô thị hóa còn chưa hoàn thiện, hoặc thiếu đồng bộ.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường: “Nghiên cứu đánh giá sự thay đổi một số đặc trưng lưu vực sông Lam phục vụ theo dõi, giám sát và phát triển bền vững nguồn nước”, mã số TNMT. 2016.05.28.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Trần Duy Kiều (2015). *Nghiên cứu nhận dạng lũ lớn, phân vùng nguy cơ lũ lớn và xây dựng bản đồ ngập lụt phục vụ cảnh báo lũ lớn lưu vực sông Lam*. Đề tài NCKH cấp Bộ.

[2]. Tổng cục thống kê (2004). *Số liệu thống kê Việt Nam thế kỷ XX - 21 cuộc điều tra thống kê lớn trong thế kỷ XX*. Nhà xuất bản thống kê.

[3]. Cục thống kê Nghệ An (2015). *Niên giám thống kê Nghệ An*. Nhà xuất bản Nghệ An.

[4]. Cục thống kê Hà Tĩnh (2015). *Niên giám thống kê Hà Tĩnh*. Nhà xuất bản thống kê.

[5]. MIKE by DHI (2014). *MIKE SHE User Manual*. Reference Guide.

[6]. MIKE by DHI (2014). *MIKE SHE User Manual*. User Guide.

BBT nhận bài: 27/8/2018; Phản biện xong: 14/9/2018