ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PCPF-1@SWAT MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH PHÂN HỦY VÀ LAN TRUYỀN THUỐC TRỪ CỎ LƯU VỰC SÔNG SAKURA, NHẬT BẢN VÀ TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG Ở VIỆT NAM

Nguyễn Thiện Sơn
Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường

Tóm tắt: *Mô hình PCPF-1@SWAT được tạo lập từ mô hình PCPF-1 - một mô hình phạm vi thửa ruộng có chức năng mô phỏng quá trình phân hủy và lan truyền của thuốc trừ cỏ và được tích hợp vào trong mô hình phạm vi lưu vực có chức năng mô phỏng lan truyền nước và chất ô nhiễm có tên là Công cụ Đánh giá Đất và Nước (SWAT). Mô hình PCPF-1@SWAT đã được sử dụng để mô phỏng lan truyền thuốc trừ cỏ mefenacet (MF) trên lưu vực sông Sakura (thuộc tỉnh Ibaraki, Nhật Bản) với việc sử dụng các kết quả đo đạc nồng độ mefenacet trong suốt vụ lúa năm 2008. Các thiết lập của mô hình đối với việc mô phỏng quá trình phân hủy và lan truyền thuốc trừ cỏ được tiến hành bằng cách cung cấp các thông số mô hình liên quan đến khí tượng, thủy văn, sử dụng đất, thuốc trừ cỏ và các biện pháp quản lý. Mục tiêu của nghiên cứu này là sử dụng mô hình PCPF-1@SWAT để mô phỏng quá trình phân hủy và lan truyền của 4 loại hoạt chất trừ cỏ cho lúa có tên lần lượt là Mefenacet (MF), Bensulfuron-Methyl (BSM), Imazosulfuron (IMS) và Pretilachlor (PTC) trên lưu vực sông Sakura, Nhật Bản. Từ đó phân tích tiềm năng áp dụng mô hình này vào điều kiện thực tế của Việt Nam.*
Từ khóa: Mô hình PCPF-1@SWAT; lưu vực sông; lúa; lan truyền và phân hủy thuốc trừ sâu.

Summary: *A field-level model that used to simulate fate and transport of herbicides (PCPF-1) was integrated into a basin-scale model simulating water and pollutant transport called Soil and Water Assessment Tools (SWAT), to create a new model namely PCPF-1 @ SWAT. The PCPF-1 @ SWAT model was used to simulate the herbicide mefenacet (MF) fate and transport in Sakura river basin (Ibaraki Prefecture, Japan) with the use of measurement results of mefenacet concentrations throughout a rice crop season in 2008. The modeling setups for simulating the fate and transport of rice herbicides was implemented by providing model parameters related to meteorology, hydrology, land use, herbicide and management measures. The aim of this study is to simulate the fate and transport of four herbicides namely Mefenacet (MF), Bensulfuron-Methyl (BSM), Imazosulfuron (IMS) and Pretilachlor (PTC) applied to rice paddy fields in the Sakura river basin, Japan using the PCPF-1@SWAT model. Then, analyze the potentials for applying the model to the actual conditions of Vietnam.*
Keywords: PCPF-1@SWAT model; river basin; rice paddy; pesticide fate and transport.

1. MỞ ĐẦU

Tổng diện tích đất nông nghiệp của Nhật Bản khoảng 4,61 triệu ha, trong đó, diện tích đất trồng lúa là 2,51 triệu ha (MAFF, 2010). Quy mô diện tích trung bình mỗi thửa ruộng lúa là khoảng 1 ha. Thuốc bảo vệ thực vật sử dụng trong nông nghiệp đóng một vai trò quan trọng trong việc gia tăng sản lượng nông sản. Lượng thuốc sử dụng để diệt cỏ dại, sâu bệnh bảo vệ cây lúa được báo cáo là chiếm khoảng 40% tổng lượng thuốc trừ sâu sử dụng trong 1 năm (theo Hiệp hội Bảo vệ

Ngày nhận bài: 25/10/2016
Ngày thông qua phản biện: 15/12/2016
Ngày duyệt đăng: 28/12/2016

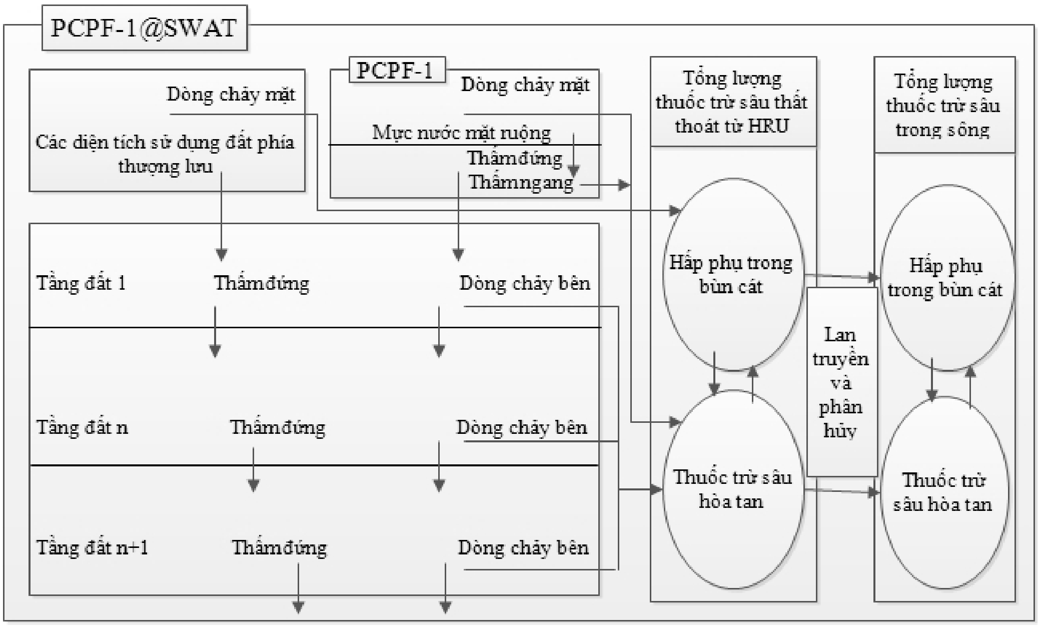
thực vật Nhật Bản, 2010). Việc thất thoát thuốc trừ sâu trong quá trình sử dụng ra ngoài môi trường cũng đã khiến nguồn nước, đất bị ô nhiễm và gây ra thiệt hại lớn tới hệ sinh thái cũng như ảnh hưởng tới con người. Nguồn ô nhiễm này được coi là nguồn ô nhiễm phân tán, khác với các nguồn điểm xả thải tập trung khác từ các công trình xử lý nước thải tập trung hay từ các khu công nghiệp. Ở Nhật Bản, nguồn ô nhiễm thuốc trừ sâu phân tán này là một vấn đề khá nghiêm trọng trước đây. Nhưng sau đó, thuốc trừ sâu được quản lý chặt chẽ hơn bằng cách gắn thuốc trừ sâu vào các tiêu chuẩn chất lượng nước uống và các tiêu chuẩn môi trường đã được thực hiện (Hatakeyama, 2006). Tuy nhiên, việc canh tác lúa nước dưới tác động của các điều kiện khí hậu và thực hành quản lý nước mặt ruộng vẫn có thể gây ra lượng thất thoát lớn thuốc trừ sâu ra ngoài môi trường (Kondo và đồng nghiệp, 2012).

Sau khi phun hoặc rải, thuốc trừ sâu được phân tán trong đất, trong tầng lá hoặc lan truyền từ ruộng lúa ra ngoài môi trường sông suối bằng nhiều con đường khác nhau như tháo nước khỏi ruộng lúa, thấm ngang qua bờ ruộng, thấm đứng vào tầng nước ngầm nông sâu, một phần lại thất thoát từ quá trình phun thuốc, lưu trữ, vận chuyển và xử lý, … phụ thuộc vào nhiều yếu tố như giai đoạn sinh trưởng, kỹ thuật phun và điều kiện thời tiết, … Các nghiên cứu trước đây cho thấy, thuốc trừ sâu thất thoát từ ruộng lúa lên tới 50% lượng sử dụng phụ thuộc vào biện pháp quản lý nước. Vì vậy, việc sử dụng thuốc trừ sâu trong nông nghiệp không chỉ giúp tiêu diệt sâu bệnh có hại, bảo vệ cây trồng mà còn có ảnh hưởng rất lớn tới các loài sinh vật thủy sinh khác như tôm, cua, cá, … cũng như làm giảm chất lượng nguồn nước mặt, nước ngầm. Các nghiên cứu giám sát nồng độ thuốc trừ sâu ở lưu vực sông Sakura đã phát hiện ra 39 loại thuốc trừ sâu được áp dụng cho lúa và 11 chất biến thể của chúng. Các loại thuốc diệt cỏ được sử dụng một cách rộng rãi trong lưu vực sông Sakura theo một lịch cố định (theo quy định sử dụng), thời điểm phát hiện nồng độ lớn nhất của thuốc diệt cỏ có xu hướng lặp lại từng năm (Iwafune và đồng nghiệp, 2010). Đã có nhiều nghiên cứu tập trung vào việc định lượng sự thất thoát thuốc trừ sâu trong các hệ thống sông ở Nhật Bản (Boulange, 2013). Theo đó, nồng độ lớn nhất được báo cáo nằm trong khoảng từ 10 tới 100 μg/L đối với thuốc diệt cỏ và từ 1 tới 10 μg/L đối với thuốc diệt nấm và diệt côn trùng (Boulange, 2013).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU MÔ HÌNH

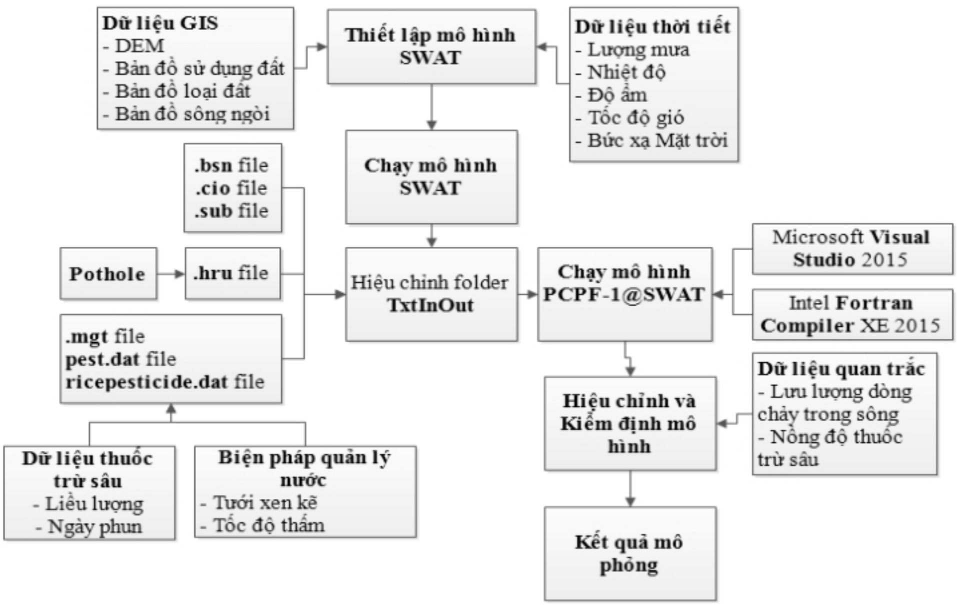
2.1. Phương pháp mô phỏng

Mô hình PCPF-1@SWAT được Boulange cùng đồng nghiệp phát triển tại Nhật Bản (2014) dựa trên nền tảng của 2 mô hình PCPF-1 và mô hình SWAT. Mô hình PCPF-1@SWAT cải thiện độ chính xác trong việc mô phỏng các tác động của phương án quản lý đến nguồn tài nguyên nước, vận chuyển bùn cát và lan truyền hóa chất nông nghiệp dưới các điều kiện thực tế ở khu vực Châu Á, bao gồm các lưu vực canh tác lúa nước. Mô hình PCPF-1@SWAT bao gồm 2 thuật toán chính: (1) Thuật toán PCPF-1 để tính toán mô phỏng lan truyền thuốc trừ sâu đối với cấp độ thửa ruộng hoặc tổ hợp 1 vài thửa ruộng; và (2) Thuật toán SWAT để tính toán mô phỏng lan truyền thuốc trừ sâu đối với cấp độ lưu vực sông, sử dụng tổ hợp các loại hình sử dụng đất (bao gồm các cánh đồng lúa) (Boulange et al., 2014). Cả hai thuật toán này đều dựa trên nguyên lý cân bằng nước trên khắp lưu vực sông. Thuật toán mô hình PCPF-1@SWAT được trình bày như ở hình 1:



Hình 1: Thuật toán mô hình PCPF-1@SWAT (Boulange, 2014)

Mô hình PCPF-1@SWAT được chạy trên nền tảng phần mềm Microsoft Visual Studio (MVS), phiên bản năm 2015 và phần mềm Intel Fortran Compiler XE (IFCXE), phiên bản năm 2015. Trước khi chạy, cần thiết lập các điều kiện như sau: (i) thiết lập dữ liệu đầu vào để chạy phần mềm ArcSWAT phiên bản 2009.93.7b bao gồm các dữ liệu DEM, bản đồ sử dụng đất, bản đồ loại đất, bản đồ hệ thống sông ngòi và dữ liệu khí tượng, thời tiết. Sau đó, (ii) thiết lập các thông số trong thư mục TxtInOut như chỉnh sửa file .basin, file pothole và các kịch bản quản lý nước và thuốc diệt cỏ. Cuối cùng, (iii) chạy mô hình PCPF-1@SWAT với các mã Fortran code được phát triển bởi Boulange và đồng nghiệp (2014). Tiến trình chạy mô hình PCPF-1@SWAT được trình bày như ở hình 2:



Hình 2: Tiến trình chạy mô hình PCPF-1@SWAT

2.2. Dữ liệu mô hình

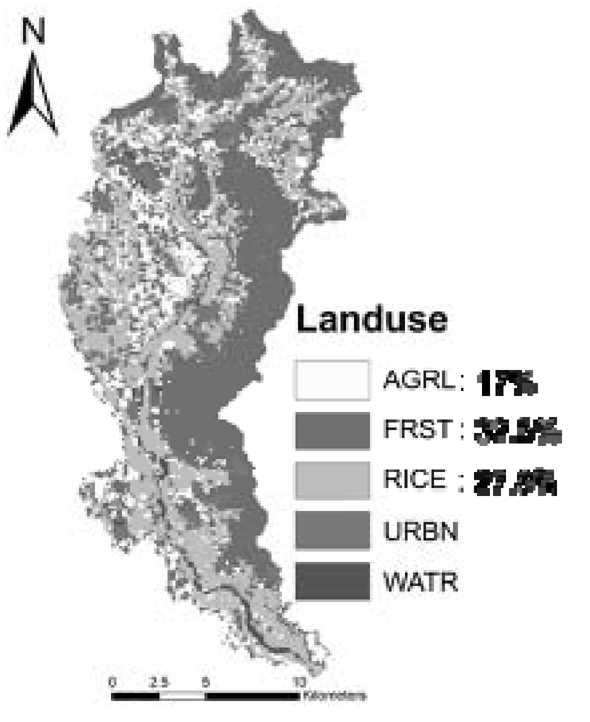
a. Dữ liệu bản đồ DEM

Dữ liệu bản đồ DEM được lấy từ website của Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng và Giao thông Nhật Bản (MLIT) với tỷ lệ bản đồ là 1:25,000 tại độ phân giải 10m x 10m. Bản đồ mạng lưới sông ngòi và các loại bản đồ khác cũng được thu thập tại website của MLIT.

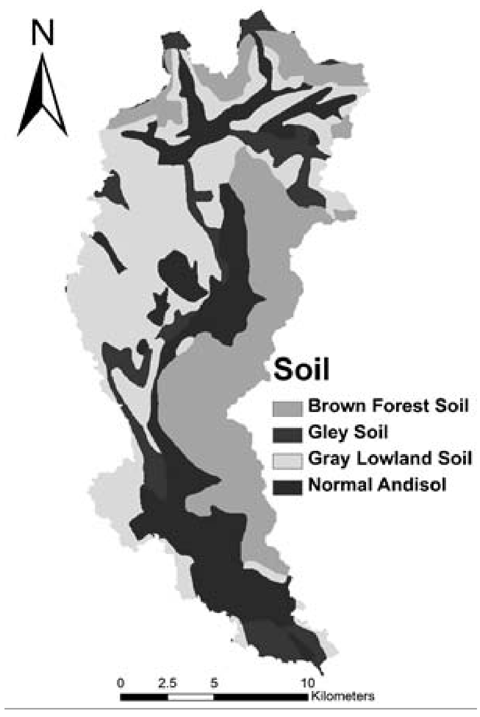
b. Dữ liệu bản đồ sử dụng đất và bản đồ loại đất

Bản đồ sử dụng đất của lưu vực sông Sakura được tải về từ trang website của Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng và Giao thông Nhật Bản (MLIT). Bản đồ sử dụng đất này được xây dựng từ năm 2008 và là bản đồ được định dạng JPGIS và vì vậy phải được chuyển đổi sang định dạng Shape hoặc Raster nhằm tương thích với định dạng đầu vào trong phần mềm ArcGIS. Loại hình sử dụng đất chủ yếu trong lưu vực là đất rừng, đất lúa và đất nông nghiệp với diện tích tương ứng là 112 km^2 (chiếm 32,5%), 96 km2 (chiếm 27,8%) và 58.8 km^2 (chiếm 17%) so với tổng diện tích lưu vực.

Bản đồ loại đất được lấy từ dữ liệu bản đồ đất canh tác tại tỉnh Ibaraki, Nhật Bản trong năm 2007 (NIAES) với tỷ lệ bản đồ là 1: 25.000. Dựa trên bản đồ này, xác định được bốn loại đất khác nhau ở lưu vực sông Sakura. Vùng thượng lưu và hạ lưu chủ yếu là loại đất xám Gray Lowland hoặc đất Gley, còn lại chủ yếu là đất Andosol.



Hình 3: Bản đồ sử dụng đất lưu vực sông Sakura



Hình 4: Bản đồ loại đất lưu vực sông Sakura

c. Dữ liệu khí hậu, thời tiết và lưu lượng dòng chảy

Dữ liệu quan trắc khí hậu, thời tiết theo ngày trong vòng 15 năm (2000-2014) bao gồm lượng mưa, nhiệt độ lớn nhất, nhỏ nhất, độ ẩm trung bình, tốc độ gió trung bình và bức xạ mặt trời trung bình được lấy từ trang web Radar-AmeDAS thuộc Cơ quan Khí tượng Nhật Bản. Dữ liệu mực nước, lưu lượng dòng chảy mặt (2000-2014) được thu thập từ trang web Hệ thống Thông tin Tài nguyên Nước của

Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng và Giao thông Nhật Bản (MLIT).

d. Dữ liệu thuốc diệt cỏ

Bốn loại thuốc diệt cỏ MF, PTC, BSM và IMS thường được phun trong điều kiện ngập nước khoảng 1 đến 2 tuần sau khi cấy. Liều lượng sử dụng và diện tích lúa được phun thuốc diệt cỏ trong lưu vực được tính toán sử dụng dữ liệu thống kê thuốc diệt cỏ tại tỉnh Ibaraki trong 4 năm 2007, 2008, 2009 và 2010. Dữ liệu ngày phun cũng được tính toán dựa theo phương pháp được xây dựng bởi tác giả Iwasaki và đồng nghiệp (2012) với việc tổng hợp từ phân phối ngày cấy lúa tại tỉnh Ibaraki và thời gian phun được khuyến nghị đối với từng loại thuốc diệt cỏ.

Các thông số sử dụng trong mô hình PCPF-1 được lấy từ các nghiên cứu trước đó hoặc được tính toán dựa trên lý thuyết tương ứng trong trường hợp không có sẵn. Các thông số này được sử dụng để mô phỏng quá trình phân hủy và lan truyền của thuốc trừ sâu trong tầng đất và trong hệ thống sông ngòi. Các tính chất lý hóa của thuốc trừ sâu được giả định là giống nhau giữa các tiểu lưu vực và toàn bộ lưu vực.

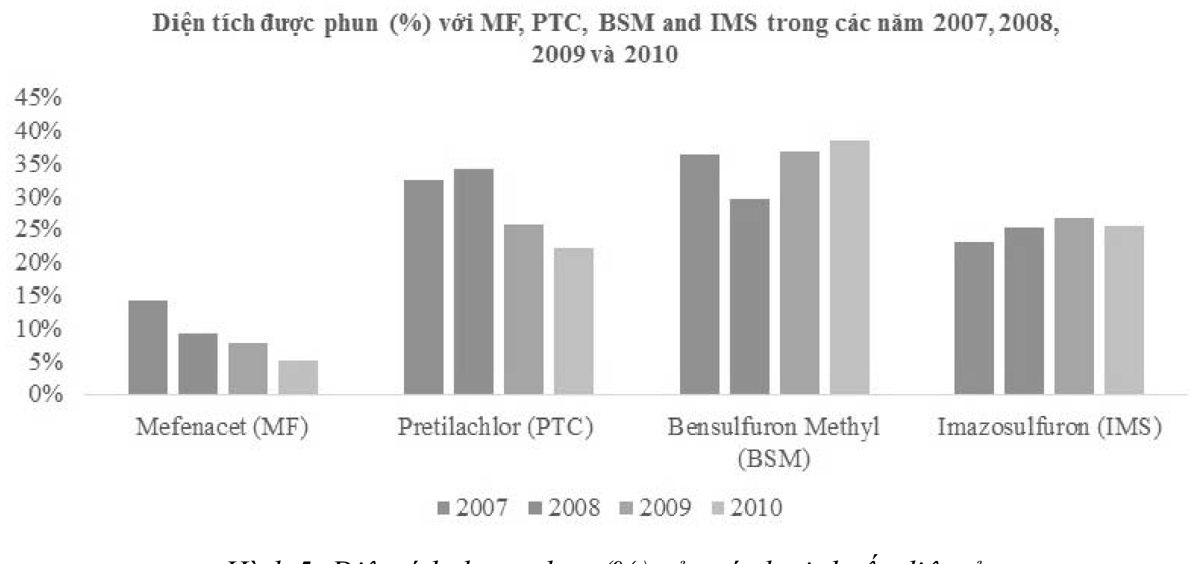
e. Biện pháp quản lý

Kịch bản canh tác lúa được tính toán dựa trên các điển hình canh tác lúa tại Nhật Bản (Sakthivadivel, 1997). Quá trình làm đất, cày bừa có ảnh hưởng lớn tới sự phân hủy và lan truyền thuốc trừ sâu vì sẽ làm gia tăng lượng thuốc trừ sâu hấp phụ vào môi trường nước. Khi chạy mô hình PCPF-1@SWAT, giả định rằng (i) lượng nước tiêu mặt ruộng tuân theo biện pháp giữ nước ngập trong vòng 7 ngày sau khi phun thuốc diệt cỏ; (ii) tốc độ thấm ngang qua kênh tiêu là 0,12 cm/ngày và (iii) tốc độ thấm đứng là 1,0 cm/ngày (Boulange, 2014).

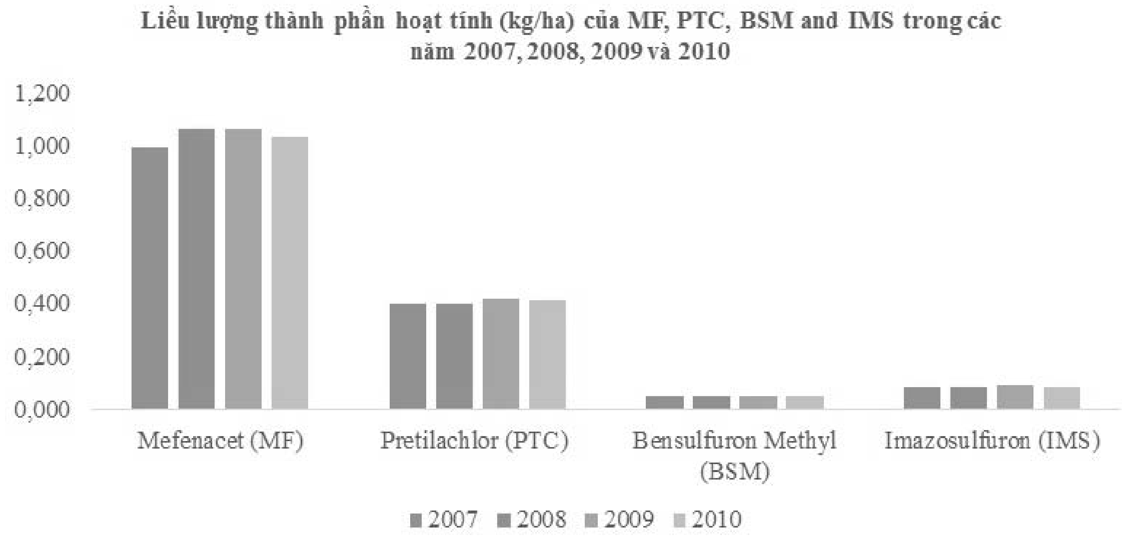
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

a. Kết quả tính toán dữ liệu thuốc diệt cỏ và thông số đầu vào mô hình

Kết quả tính toán diện tích được phun thuốc với hoạt chất mefenacet thấp hơn nhiều so với diện tích được phun thuốc với các loại hoạt chất khác (**hình 5**). Ngược lại, liều lượng phun thuốc với hoạt chất mefenacet lại là cao nhất trong 4 loại hoạt chất diệt cỏ với liều lượng 1,05 kg, hoạt chất mefenacet trên ha so với chỉ 0,05 kg hoạt chất bensulfuron-methyl trên ha (**hình 6**).



Hình 5: Diện tích được phun (%) của các loại thuốc diệt cỏ



Hình 6: Liều lượng thành phần hoạt chất (kg/ha) của các loại thuốc diệt cỏ

Các thông số đầu vào đối với các loại thuốc diệt cỏ được trình bày ở **bảng 1**. Một trong số những thông số quan trọng nhất là khả năng hòa tan trong nước của thuốc diệt cỏ. Thông số này thấp nhất đối với Mefenacet với 4 mg/L và cao nhất đối với Imazosulfuron với 308 mg/L.

Kịch bản canh tác lúa đối với lưu vực sông Sakura được thể hiện ở **bảng 2**. Theo đó, ngày cấy và ngày phun thuốc diệt cỏ đợt đầu được lấy vào ngày 1 tháng 5.

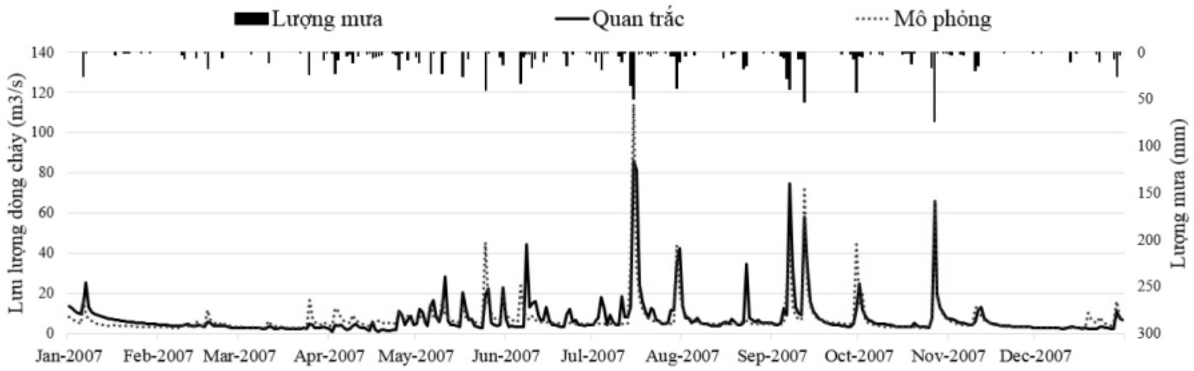
Bảng 1: Các thông số đầu vào đối với các loại thuốc diệt cỏ

Thông số	**Đơn vị**	**MF**	**PTC**	**BSM**	**IMS**
Liều lượng hoạt chất	g a.i/m^2	0,105	0,04	0,005	0,009
Khả năng hòa tan trong nước	mg/L	4	50	120	308
Hằng số tốc độ giải hấp bậc 1	1/ngày	0,239	0,0631	0,048	0,048
Hằng số tốc độ hấp phụ bậc 1 (Pha 1)	1/ngày	0,0626	0,1142	0,121	0,125
Hệ số chuyển đổi khối lượng của quá trình bay hơi thuốc diệt cỏ	m/ngày	3,50E-06	6,00E-05	5,82E-13	3,66E-09
Hằng số tốc độ quang phân bậc 1	m2/kJUVB	0,0062	0,00083	0,0019	0,0038
Hằng số tốc độ phân hủy sinh hóa bậc 1	1/ngày	0,0941	0,0714	0,0876	0,0628
Hằng số tốc độ hấp phụ bậc 1 (Pha 2)	1/ngày	0,0626	0,0027	0,0083	0,0176
Hệ số cân bằng pha nước-đất	L/Kg	24,07	13,03	16	13,82

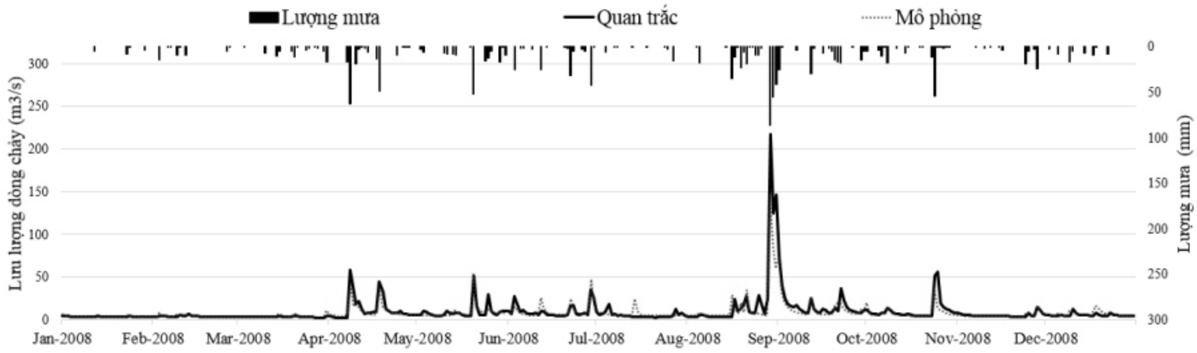
Bảng 2: Kịch bản canh tác lúa đối với lưu vực sông Sakura

Các giai đoạn	Tháng	Ngày	Ghi chú/Giải thích
Làm đất, cày bừa	04	15	Làm đất, xáo trộn các tầng đất mặt ruộng
Lấy nước	04	20	Bắt đầu giữ nước tại ruộng lúa
Bón phân	04	25	Bón phân theo tỷ lệ thành phần N:P:K bằng 40:80:80 kg/ha
San phẳng	04	26	Làm phẳng mặt ruộng để cấy, trộn đều phân khắp ruộng cho đồng nhất, ngăn chặn nước tổn thất do thấm qua bờ
Cấy lúa	05	01	Cấy mạ/lúa non tại ruộng
Phun thuốc diệt cỏ	05	01	Đợt phun thuốc đầu tiên
Thoát nước làm đòng	07	01	Thúc đẩy cây lúa làm đòng, hạn chế đẻ nhánh bằng việc tháo lớp nước mặt ruộng và để khô, chuẩn bị cho gặt lúa
Gặt lúa và dọn dẹp	10	01	Kết thúc vụ lúa

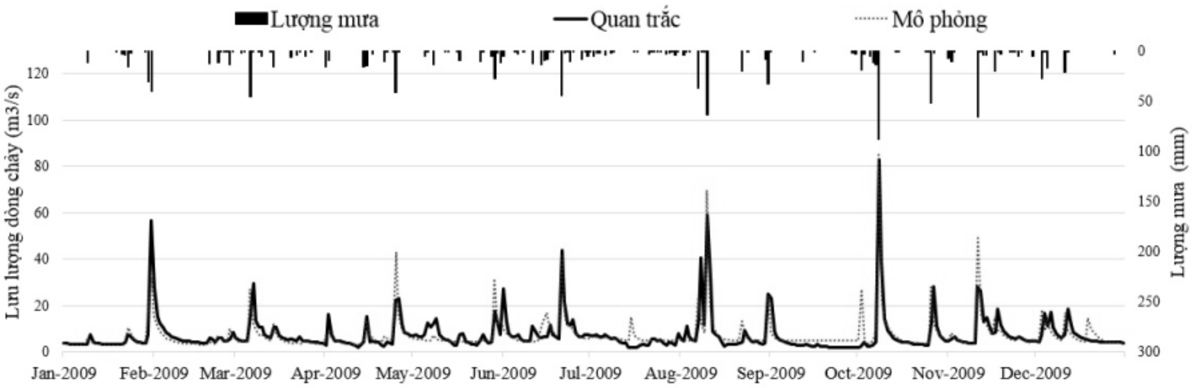
b. Kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy



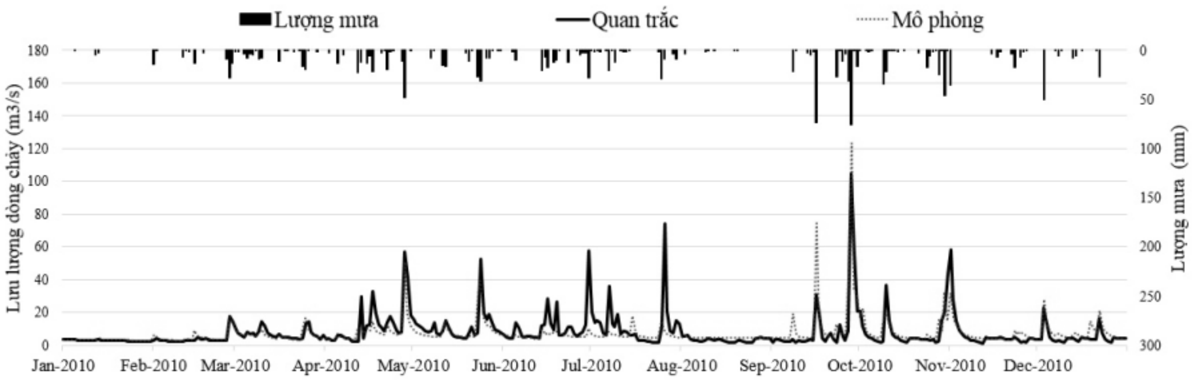
Hình 7: Mô phỏng lưu lượng dòng chảy sông Sakura trong năm 2007



Hình 8: Mô phỏng lưu lượng dòng chảy sông Sakura trong năm 2008



Hình 9: Mô phỏng lưu lượng dòng chảy sông Sakura trong năm 2009



Hình 10: Mô phỏng lưu lượng dòng chảy sông Sakura trong năm 2010

Các thông số thống kê được sử dụng để đánh giá tính chính xác của mô hình bao gồm hệ số xác định (R^2) và chỉ số hiệu quả Nash-Sutcliffe (E_{NS}). Giá trị R^2 tiến tới càng gần giá trị bằng 1 thì kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy cũng như nồng độ thuốc diệt cỏ càng chính xác. Mặt khác, các giá trị này lớn hơn 0,5 là có thể chấp nhận được kết quả mô phỏng. Cách tính toán các chỉ số thống kê này được thể hiện trong các phương trình 1-1 và 1-2:

$$R^2 = 1 - \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(X_{si}-\overline{X}_{si})(X_{oi}-\overline{X}_{oi})\right]^2}{\sum_{i=1}^{n}(X_{si}-\overline{X}_{si})^2\sum_{i=1}^{n}(X_{oi}-\overline{X}_{oi})^2} \quad (1\text{-}1)$$

$$E_{NS} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_{oi}-X_{si})^2}{\sum_{i=1}^{n}(X_{oi}-\overline{X}_{oi})^2} \quad (1\text{-}2)$$

Trong đó:

$\overline{X}_{oi}$ là giá trị trung bình của dữ liệu quan trắc trong suốt thời gian mô phỏng,

$\overline{X}_{si}$ là giá trị trung bình của dữ liệu mô phỏng trong suốt thời gian mô phỏng,

X_{si} là giá trị mô phỏng ngày thứ i,

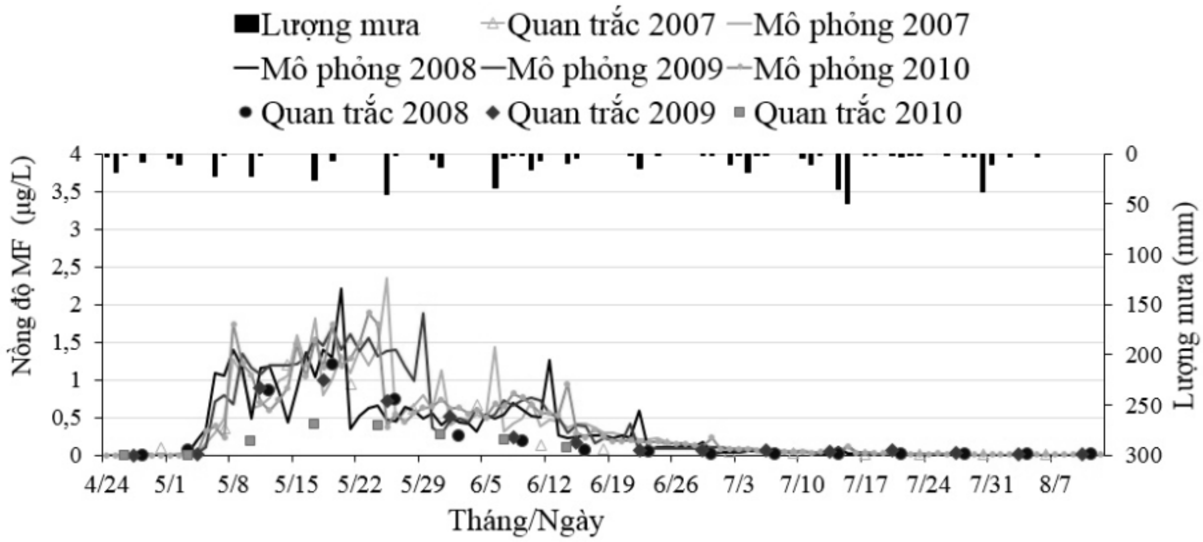
X_{oi} là giá trị quan trắc ngày thứ i, và n là số năm quan trắc.

Qua bảng trên, ta thấy kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy đạt độ chính xác khá cao. Nhìn chung, lưu lượng dòng chảy và lượng mưa có tương quan chặt chẽ với nhau, đặc biệt ngày xuất hiện lưu lượng lớn nhất tương ứng với ngày có cường độ mưa lớn nhất.

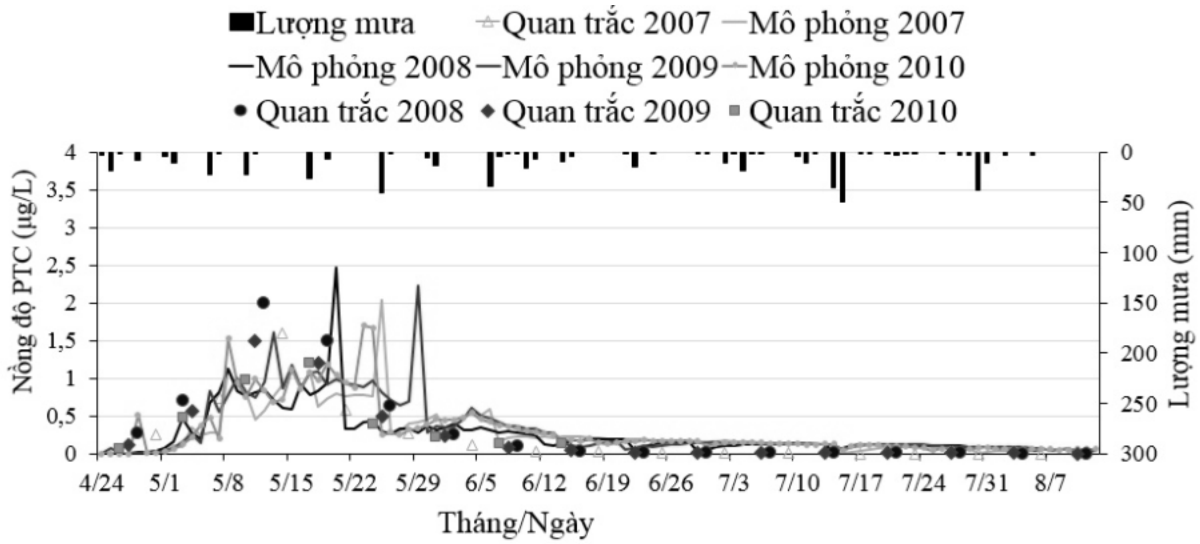
Bảng 3: Bảng thống kê đánh giá độ chính xác mô phỏng lưu lượng dòng chảy

Năm mô phỏng	R^2	E_{NS}	Độ chính xác
2007	0,63	0,61	Khá
2008	0,84	0,78	Cao
2009	0,67	0,65	Khá
2010	0,52	0,50	Trung bình

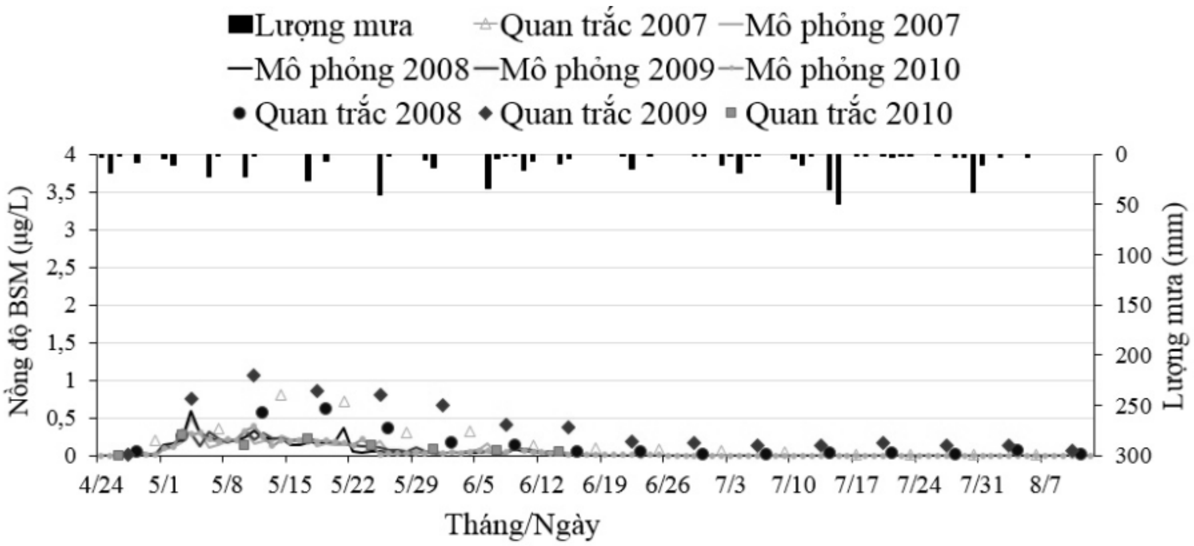
c. Kết quả mô phỏng nồng độ thuốc diệt cỏ trong nước sông lưu vực Sakura



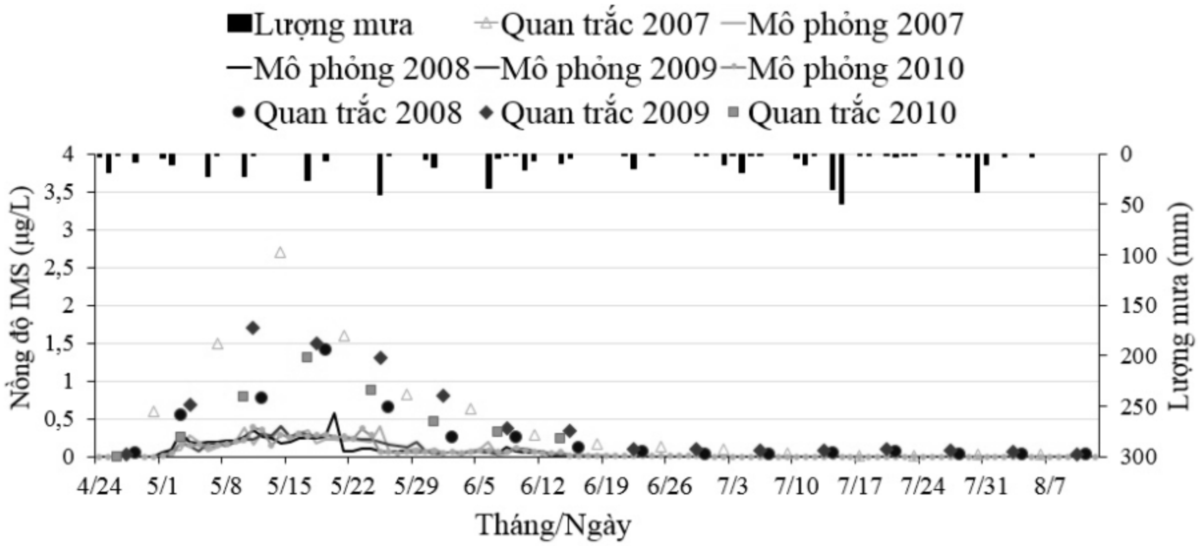
Hình 11: Nồng độ Mefenacet trong nước sông Sakura trong 4 năm



Hình 12: Nồng độ Pretilachlor trong nước sông Sakura trong 4 năm



Hình 13: Nồng độ Bensulfuron – Metyl trong nước sông Sakura trong 4 năm



Hình 14: Nồng độ Imazosulfuron trong nước sông Sakura trong 4 năm

Kết quả tính toán các thông số thống kê trong mô phỏng nồng độ thuốc diệt cỏ trong sông Sakura được thể hiện ở các bảng sau:

Bảng 4: Bảng thống kê đánh giá độ chính xác mô phỏng nồng độ MF (μg/L)

Năm mô phỏng	R^2	E_{NS}	Độ chính xác
2007	0,80	0,80	Cao
2008	0,85	0,78	Cao
2009	0,91	0,48	Trung bình
2010	0,89	-15,66	Thấp

Bảng 5: Bảng thống kê đánh giá độ chính xác mô phỏng nồng độ PTC (μg/L)

Năm mô phỏng	R^2	E_{NS}	Độ chính xác
2007	0,69	-0,26	Thấp
2008	0,86	0,63	Khá
2009	0,72	0,70	Khá
2010	0,44	-0,01	Thấp

Bảng 6: Bảng thống kê đánh giá độ chính xác mô phỏng nồng độ BSM (μg/L)

Năm mô phỏng	R^2	E_{NS}	Độ chính xác
2007	0,87	0,05	Thấp
2008	0,71	0,23	Thấp
2009	0,72	-0,58	Thấp
2010	0,80	0,58	Trung bình

Bảng 7: Bảng thống kê đánh giá độ chính xác mô phỏng nồng độ IMS (μg/L)

Năm mô phỏng	R^2	E_{NS}	Độ chính xác
2007	0,92	-0,23	Thấp
2008	0,69	0,08	Thấp
2009	0,93	-0,24	Thấp
2010	0,86	0,09	Thấp

Các kết quả tính toán thông số thống kê cho thấy mô hình đạt độ chính xác cao nhất đối với hoạt chất Mefenacet và Pretilachlor. Nhìn chung, nồng độ thuốc diệt cỏ trong nước sông tăng dần kể từ ngày cấy và đạt nồng độ cao nhất sau khoảng 1 đến 2 tuần (khoảng giữa tháng 5), sau đó, nồng độ thuốc diệt cỏ giảm dần cho tới đầu tháng 6. Nồng độ thuốc diệt cỏ đạt giá trị cao nhất là 2,47 μg/L đối với PTC, 0,58 μg/L đối với BSM và 0,58 μg/L đối với IMS (trong năm mô phỏng 2008).

Các hạn chế của mô hình:

Chỉ số E_{NS} có giá trị âm cho thấy mô hình gặp một số lỗi ảnh hưởng tới việc mô phỏng nồng độ thuốc diệt cỏ. Mặt khác, điều này còn có thể là do sử dụng các giá trị đầu vào của năm 2008 như bản đồ sử dụng đất, bản đồ loại đất để mô phỏng cho các năm khác. Bên cạnh đó, việc thiếu các dữ liệu thực tế về quá trình quản lý nước mặt ruộng trong lưu vực sông cũng khiến cho kết quả mô phỏng bị sai lệch. Ngoài ra, mô hình còn chưa xem xét được sự ảnh hưởng của việc bón phân hữu cơ đến quá trình phân hủy và lan truyền thuốc diệt cỏ.

4. KẾT LUẬN VÀ PHÂN TÍCH TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PCPF-1@SWAT

Nghiên cứu này tập trung vào việc ứng dụng mô hình PCPF-1@SWAT, một mô hình cấp độ lưu vực, để mô phỏng sự phân hủy và lan truyền của các loại hoạt chất diệt cỏ khác nhau từ ruộng lúa ra ngoài môi trường lưu vực sông Sakura, Nhật Bản. Tiến trình ứng dụng mô hình này bao gồm rất nhiều bước nghiên cứu khoa học cũng như tra cứu tài liệu liên quan. Nhật Bản là nước có điều kiện đồng ruộng và phương thức canh tác nông nghiệp có nhiều nét tương đồng với điều kiện ở Việt Nam. Do vậy, mô hình PCPF-1@SWAT có thể được sử dụng để mô phỏng lan truyền thuốc trừ sâu trong các lưu vực sông ở Việt Nam.

Ở Việt Nam hiện nay, việc sử dụng thuốc diệt cỏ trong canh tác nông nghiệp đang rất phổ biến nhằm tiết kiệm công lao động. Tuy nhiên, việc lạm dụng tràn lan, không kiểm soát chặt chẽ các loại thuốc diệt cỏ hiện nay gây ra mối nguy hại, làm ô nhiễm môi trường nước mặt cũng như nước ngầm ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Vì vậy, việc nghiên cứu, ứng dụng các biện pháp mô phỏng quá trình phân hủy và lan truyền thuốc diệt cỏ nói riêng và thuốc trừ sâu nói chung là một hướng đi cần thiết giúp cho các cơ quan quản lý có cơ sở khoa học để quản lý loại hóa chất này.

Mô hình PCPF-1@SWAT yêu cầu số lượng lớn dữ liệu đầu vào bao gồm các dữ liệu GIS, dữ liệu thời tiết, khí hậu, và dữ liệu thuốc trừ sâu. Ở Nhật Bản, việc thu thập các dữ liệu này trở nên đơn giản nhờ vào hệ thống cơ sở dữ liệu mạnh mẽ và sẵn có. Tuy nhiên, ở Việt Nam, việc thu thập các dữ liệu này là một thử thách lớn, đòi hỏi có các nghiên cứu bổ sung và chi tiết hơn nữa.

Cuối cùng, khi đã có các dữ liệu quan trắc, mô hình PCPF-1@SWAT đã dự đoán khá chính xác quá trình phân hủy và lan truyền thuốc diệt cỏ từ ruộng lúa ra môi trường lưu vực sông. Vì vậy, mô hình này là một mô hình rất tốt để áp dụng vào việc đánh giá rủi ro của việc ô nhiễm thuốc trừ sâu tới hệ sinh thái cũng như thuận lợi trong áp dụng đối với các nghiên cứu giám sát. Kết quả mô phỏng cuối cùng cho thấy có khá nhiều yếu tố ảnh hưởng tới quá trình phân hủy và lan truyền thuốc diệt cỏ. Điều này có thể là do sự phức tạp mang tính hệ thống của hệ thống kênh tưới, tiêu và các công trình đầu mối khác. Vậy nên, rất khó để mô phỏng một cách chính xác tất cả các tiến trình tự nhiên bao gồm cả tiến trình phân hủy và lan truyền thuốc diệt cỏ trong thực tế.

Trong các nghiên cứu tiếp theo, việc thu thập đầy đủ số liệu quan trắc bao gồm cả dữ liệu về thuốc diệt cỏ không chỉ trong môi trường nước mà còn trong môi trường đất là một bước nghiên cứu quan trọng để đánh giá thêm về tính chính xác của mô hình. Khi tất cả các thông số đều có sẵn, mô hình PCPF-1@SWAT hoàn toàn có thể mô phỏng một cách chính xác quá trình phân hủy và lan truyền thuốc trừ sâu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Iwafune T, Yokoyama A, Nagai T, Horio T. Evaluation of the risk of mixtures of paddy insecticides and their transformation products to aquatic organisms in the Sakura River, Japan. Environ Toxicol Chem 2011a; 30: 1834-1842.

[2] Iwafune T, Inao K, Horio T, Iwasaki N, Yokoyama A, Nagai T. Behavior of paddy pesticides and major metabolites in the Sakura River, Ibaraki, Japan. J Pestic Sci 2010; 35: 114-123.

[3] Julien, Boulange. Ph.D. Diss. Development and application of the PCPF-1@SWAT model for simulating the fate and transport of rice pesticides in watersheds containing paddy fields 2013.

[4] Julien, Boulange, Watanabe, Hirozumi, Inao, Keiya, Iwafune, Takashi, Zhang, Minghua, Luo, Yuzhou, Arnold, Jeff. Development and validation of a basin scale model PCPF-1@SWAT for simulating fate and transport of rice pesticides J. Hydrol. 2014; 146-156.

[5] MLIT. Digital national Land Information. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan http://nlftp.mlit.go.jp/ksj-e/jpgis/jpgis_datalist.html, MLIT, Access 15 September 2015.

[6] Neitsch SL, Arnold JG, Kiniry JR, Willams JR. Soil and water Assessment Tool, Theoretical Documentation, Version 2009. Texas Water Resources Institute, College Station, Temple, Texas. 2011,

[7] Takagi K, Fajardo F, Ishizaka M, Phong T, Watanabe H, Boulange J. Fate and transport of bensulfuron-methyl and imazosulfuron in paddy fields: experiments and model simulation. Paddy Water Environ 2012; 139-151.

[8] Wu W, Shibasaki R, Yang P, Tang H, Sugimoto K. Modeling changes in paddy rice sown areas in Asia. Sustainability Science 2010; 5: 29-38.