

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MÔ HÌNH HÓA ĐỂ ĐÁNH GIÁ, DỰ BÁO XÓI MÒN ĐẤT TẠI KHU KINH TẾ CỦA KHẨU QUỐC TẾ CẦU TREO - HÀ TĨNH

Nguyễn Văn Trị¹, Nguyễn Xuân Thành¹, Nguyễn Anh Tuấn²

TÓM TẮT

Quy hoạch sử dụng đất bền vững đặt ra yêu cầu phân bố, bố trí đất đai hợp lý, tiết kiệm, vừa mang lại hiệu quả kinh tế - xã hội, vừa bảo vệ môi trường. Dự báo thoái hóa đất do xói mòn đất nhằm đánh giá tác động của quá trình suy thoái tài nguyên đất, giảm năng suất cây trồng, ảnh hưởng lớn đến các công trình hạ tầng và đời sống của nhân dân, trên cơ sở đó đề xuất các giải pháp bố trí sử dụng đất theo hướng bền vững. Trong phạm vi bài viết này, nhóm nghiên cứu đã ứng dụng mô hình SWAT (Soil and Water Assessment Tool) để đánh giá, dự báo xói mòn đất Khu Kinh tế Cửa khẩu Quốc tế Cầu Treo - Hà Tĩnh. Trên cơ sở các dữ liệu địa hình, loại đất, hiện trạng sử dụng đất, dự kiến quy hoạch sử dụng đất, các yếu tố khí hậu tại khu vực nghiên cứu, quá trình xói mòn đất được mô phỏng thành bản đồ dự báo nguy cơ xói mòn đất theo các kịch bản năm 2010 và kịch bản năm 2020. Kết quả nghiên cứu cho thấy tương ứng với những thay đổi về loại hình sử dụng đất và các yếu tố khí hậu, dưới tác động của biến đổi khí hậu theo kịch bản phát thải trung bình B2 do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2012, tổng lượng đất xói mòn năm 2020 đã tăng lên tới 1059305,06 tấn/ năm so với 1.044.205,01 tấn /năm 2010. Để hiệu chỉnh và kiểm chứng độ chính xác của mô hình, đã sử dụng các hệ số NSE, R2 và PBIAS với kết quả hiệu chỉnh theo ngày lần lượt là 0,64, 0,64, -3,66 và kết quả kiểm chứng là 0,51, 0,67, -15,46. Từ kết quả trên đã đánh giá việc ứng dụng mô hình SWAT để dự báo xói mòn đất tại địa bàn nghiên cứu là đáng tin cậy. Kết quả nghiên cứu giúp đề xuất những biện pháp quản lý, sử dụng, bảo tồn tài nguyên đất bền vững tại Khu Kinh tế Cửa khẩu Quốc tế Cầu Treo, Hà Tĩnh.

Từ khóa: Công nghệ mô hình hóa, bảo tồn tài nguyên đất, dự báo xói mòn đất, khu kinh tế cửa khẩu, quy hoạch sử dụng đất.

1. MỞ ĐẦU

Dự báo thoái hóa đất do xói mòn đất có ý nghĩa rất quan trọng trong việc quản lý, sử dụng hợp lý và bảo vệ tài nguyên đất. Công nghệ mô hình hóa là một trong những công cụ rất hữu hiệu để mô phỏng, dự báo, cảnh báo nguy cơ xói mòn đất phục vụ hoạch định, quản lý và bảo tồn tài nguyên đất đai.

Mô hình SWAT là công cụ đánh giá đất và nước, dùng cho diện tích một lưu vực sông, được phát triển bởi Jeff Arnold và Trung tâm Nghiên cứu Nông nghiệp (Agricultural Research Service, ARS, thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ). SWAT được phát triển nhằm mục đích dự báo tác động của những hoạt động quản lý và khai thác đất đai lên chế độ dòng chảy, lên tài nguyên nước, chế độ chất lợm và dự báo tàn dư của việc áp dụng các chất hóa học trong nông nghiệp đối với những lưu vực sông lớn và phức tạp với đặc điểm thổ nhưỡng, sử dụng và quản lý đất

đai, trong điều kiện biến động với thời gian dài. SWAT cho phép mô phỏng một số quá trình vật lý xảy ra trong lưu vực sông.

Ở Việt Nam đã có một số nghiên cứu, ứng dụng mô hình SWAT trong việc tính toán lưu lượng dòng chảy, đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy, tính toán bồi lắng, v.v... ở một số khu vực, hoặc ứng dụng SWAT để nghiên cứu xói mòn đất, trong đó có thể kể đến nghiên cứu của Nguyễn Duy Bình và cộng sự (2011) về ứng dụng mô hình SWAT và công nghệ web đánh giá xói mòn đất ở vùng Tây Bắc Việt Nam. Với khả năng mô phỏng hiệu quả tại các lưu vực ở nhiều quy mô khác nhau, việc áp dụng mô hình SWAT để dự báo, cảnh báo nguy cơ xói mòn đất trong chiến lược quy hoạch sử dụng đất bền vững là một trong những nghiên cứu rất thiết thực trong giai đoạn hiện nay. Trong phạm vi bài viết này, xin giới thiệu kết quả ứng dụng mô hình SWAT mô phỏng cho thời điểm năm 2010 và kịch bản năm 2020, để đánh giá tình trạng xói mòn đất tại Khu Kinh tế Cửa khẩu Quốc tế Cầu Treo - Hà Tĩnh nhằm

¹ Nghiên cứu Quản lý Đất đai – Tổng cục Quản lý Đất đai

² Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

phục vụ việc lập quy hoạch và quản lý sử dụng đất bền vững.

2. ĐỊA ĐIỂM VÀT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

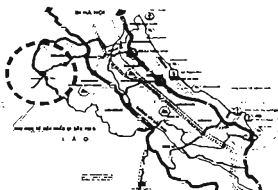
2.1. Địa điểm nghiên cứu

Khu Kinh tế Cửa khẩu Quốc tế Cầu Treo được Thủ tướng Chính phủ thành lập theo Quyết định số 162/2007/QĐ - TTg ngày 19 tháng 10 năm 2007 về ban hành Quy chế hoạt động của Khu Kinh tế Cửa khẩu Quốc tế Cầu Treo, tỉnh Hà Tĩnh, nằm trên địa bàn huyện Hương Sơn, tỉnh Hà Tĩnh, có tổng diện tích tự nhiên là 56.714,97 ha, gồm 4 đơn vị hành chính cấp xã, gồm: xã Sơn Kim I, xã Sơn Kim II, xã Sơn Tây và Thị trấn Tây Sơn với ranh giới cụ thể như sau:

- Phía bắc: giáp xã Sơn Hồng, huyện Hương Sơn.
- Phía nam: giáp huyện Vũ Quang.

- Phía đông: giáp xã Sơn Linh, Sơn Diêm, huyện Hương Sơn.

- Phía tây: giáp tỉnh Bôlykhămxay, CHDCND Lào.



Hình 2.1 Sơ đồ vị trí Khu kinh tế

2.2. Vật liệu

Bảng 1. Loại dữ liệu, nguồn thu thập và yêu cầu định dạng

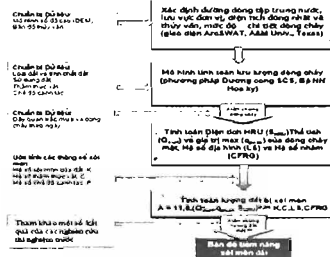
Loại dữ liệu	Dạng dữ liệu	Nguồn dữ liệu	Yêu cầu định dạng
Địa hình: bản đồ số độ cao (DEM) 1/50.000	Dạng Raster, độ phân giải 30m	TT sinh thái ĐHNH HN	Raster và phép chiếu, hệ tọa độ
Bản đồ thổ nhưỡng 1/100.000 năm 2005	Microstation	Sở TNMT Hà Tĩnh	Raster và phép chiếu, hệ tọa độ
Bảng giá trị thông số của các loại đất	MS Excel	Tập hợp từ các nghiên cứu trước đây	CSDL dạng MS Access
Bản đồ HTSD đất 2010 tỷ lệ 1/50.000; bản đồ QHSĐĐ 2020 tỷ lệ 1/50.000	Microstation	Phòng TN&MT huyện Hương Sơn	Raster và phép chiếu, hệ tọa độ
Lượng mưa ngày 2001-2010 và dữ liệu mưa ngày 2020 theo kịch bản ĐKKH	MS Excel Tứ Trạm Khí tượng Hương Sơn	TT Khí tượng và Thủy văn QG, Bắc Trung bộ, Bộ TN&MT	Dạng DB4, tập tin dbf
Lưu lượng dòng chảy đo theo ngày, Trạm Thủy văn Sơn Diêm	MS Excel	TT Khí tượng và Thủy văn QG, Bắc Trung bộ.	Dạng DB4, tập tin dbf

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1 Thu thập số liệu

Các tập dữ liệu không gian gồm có mô hình số độ cao DEM (độ phân giải 30 m), dữ liệu thổ nhưỡng được thu thập từ Sở TN&MT Hà Tĩnh, bản đồ hiện trạng sử dụng đất từ Phòng Tài nguyên và Môi trường huyện Hương Sơn; dữ liệu khí tượng, thủy văn được thu thập từ Trung tâm Khí tượng Thủy văn Bắc Trung bộ (và các Trạm KTTV Hà Tĩnh, Trạm KT Hương Sơn, Trạm Thủy văn Sơn Diệm), Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia. Các số liệu về thay đổi nhiệt độ, lượng mưa đối với các kịch bản biến đổi khí hậu trong tương lai cần có vào tài liệu đã được công bố của Bộ TN&MT (Bộ TN&MT, 2012).

2.3.2. Sơ đồ xây dựng mô hình



2.3.3. Mô phỏng dòng chảy trong SWAT

Mô hình SWAT coi cân bằng nước là động lực cho mọi quá trình xảy ra trong lưu vực. Vòng tuần hoàn thủy văn trong mô hình SWAT được thành lập dựa theo phương trình sau:

$$SW_i = SW_0 + \sum_{j=1}^i (R_{day,j} - Q_{surf,j} - E_{a,j} - W_{secl,j} - Q_{gw,j})$$

Trong đó: SW_i là độ ẩm đất (mm H_2O) cuối cùng; SW_0 là độ ẩm đất ở ngày đầu tiên (mm H_2O);

i là chỉ số ngày (ngày); $R_{day,i}$ là lượng mưa trong ngày i (mm H_2O); $Q_{surf,i}$ là lượng dòng chảy tràn mặt đất trong ngày i (mm H_2O); $E_{a,i}$ là lượng bốc thoát nước vào tầng không bão hòa trong tầng rễ cây trong ngày i (mm H_2O); $Q_{gw,i}$ là dòng chảy hồi lưu trong ngày i (mm H_2O).

Phương trình phổ dụng xói mòn đất sửa đổi, MUSLE (Williams, 1995) được viết như sau:

$$Sed = 11,8 \cdot (Q_{surf} \cdot q_{peak} \cdot Area_{HRU})^{0,56} \cdot K_{usle} \cdot C_{usle} \cdot P_{usle} \cdot LS_{usle} \cdot CFRG$$

Trong đó: sed là lượng đất bị xói mòn hàng ngày (tấn/ngày); Q_{surf} là lượng nước dòng chảy tràn trên mặt đất (mm lớp nước/ha); q_{peak} là lưu lượng dòng chảy tràn cực đại (m^3 /giây); $area_{HRU}$ là diện tích của HRU (ha); K_{USLE} là hệ số khả năng ứng chịu xói mòn của đất từ công thức USLE (0,013 tấn m^2 giờ/ m^3 -tấn cm); C_{USLE} là hệ số thảm thực vật trong công thức USLE; P_{USLE} là hệ số tác động của biện pháp canh tác và bảo vệ đất trong công thức USLE; LS_{USLE} là hệ số tác động của địa hình trong USLE và $CFRG$ là hệ số tác động của thành phần thổ trong đất.

Các dữ liệu ở 2 phương trình trên được ứng dụng theo nghiên cứu của Nguyễn Duy Bình và cộng sự, 2011.

Hai phương trình này có quan hệ mật thiết với nhau, vòng tuần hoàn thủy văn trong mô hình SWAT dùng để xác định mức độ tác động của các yếu tố đến xói mòn, phương trình phổ dụng xói mòn đất sửa đổi, MUSLE sẽ tính toán lượng xói mòn và mức độ xói mòn cho từng HRU.

2.3.4. Xây dựng mô hình và thực hiện mô phỏng xói mòn

Trình tự thành lập mô hình được xây dựng bởi phần mềm ArcSWAT phiên bản 2009.93.6 chạy trên nền ArcGIS và dựa trên mô hình số độ cao (DEM) để phân chia toàn bộ lưu vực thành các tiểu lưu vực (Subbasins). Dữ liệu đầu vào cho mỗi tiểu lưu vực được

tổ chức và phân loại thành các đơn vị đồng nhất về tác động thủy văn (HRU). HRU là một vùng trong tiểu lưu vực có cùng một loại địa hình, loại sử dụng đất, loại thổ nhưỡng và cùng biện pháp quản lý.

Quá trình xây dựng bản đồ HRU (đơn vị đồng nhất thủy văn), với phần chồng ghép dữ liệu về thổ nhưỡng, sử dụng đất, phân loại độ dốc (thành 5 lớp theo quy ước của Bộ Nông nghiệp & Phát triển nông thôn) và dữ liệu khí tượng (dữ liệu mưa ngày tại Trạm Hương Sơn). Kết quả xây dựng được bản đồ bao gồm 495 HRU.

Thành lập các tập tin đầu vào ở dạng ASCII cho SWAT, xác định giá trị hệ số nhám (hệ số Manning) cho dòng chảy tràn và dòng chảy trong kênh, chọn lựa phương thức mô phỏng sinh trưởng và phát triển thảm thực vật, v.v... (theo Nguyễn Duy Bình, 2011).

Cập nhập giá trị các thông số liên quan đến xói mòn đất qua giao diện 'database' của ArcSWAT. Chọn lựa các thông số trước khi thực hiện mô phỏng bằng SWAT. Các thông số này bao gồm khoảng thời gian mô phỏng, bước thời gian tính toán (ngày hay tháng), giới hạn độ lớn các tập tin kết quả, v.v.

Thực hiện mô phỏng và xem xét sơ bộ kết quả mô phỏng qua các tập tin dạng ASCII. Kết quả dữ liệu đầu ra của mô hình, trong đó dữ liệu quan trọng nhất là lượng đất mất do bị xói mòn (SYLD – tính theo tấn/ha/đơn vị thời gian) nằm ở file output.hru. Để thành lập được bản đồ xói mòn đất, ta tách chuỗi dữ liệu SYLD ra khỏi file .hru, dùng động tác joint table trong GIS để gắn thuộc tính SYLD vào từng đơn vị HRU trong bản đồ. Từ đó xây dựng bản đồ nguy cơ xói mòn đất cho bất cứ thời điểm nào theo ý muốn với việc sử dụng các công cụ thể hiện thuộc tính trong ArcGIS.

2.3.5. Hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình dòng chảy

Để đảm bảo độ chính xác của việc đánh giá nguy cơ xói mòn đất, trước khi sử dụng kết quả, mô hình cần phải được hiệu chỉnh và kiểm chứng kết quả mô phỏng dòng chảy trong lưu vực nghiên cứu để so sánh với số liệu quan trắc thu thập tại Trạm Thủy văn Sơn Diệm, bao gồm các bước:

Xác định chuỗi dữ liệu quan trắc đã thu thập được.

Chạy mô hình ứng với mỗi tham số khác nhau với những giá trị không xác định cho tới khi kết quả mô hình thu được phù hợp với dữ liệu quan trắc.

Sử dụng các giá trị của các tham số thu được sau quá trình hiệu chỉnh, áp dụng cho chuỗi dữ liệu còn lại để xác định mức độ chính xác của mô hình.

Phân tích độ nhạy của các thông số trong mô hình:

Quá trình phân tích độ nhạy đối với dòng chảy thông qua chức năng “Sensitivity analysis” của phần

mềm ArcSWAT.

Kết quả quá trình phân tích độ nhạy cho thấy các thông số Gwgm, Esco, Alpha_Bf, Sol_Awc, Sol_Z, Cn2 là những thông số có tác động mạnh nhất làm thay đổi giá trị lưu lượng dòng chảy trong sông của lưu vực.

Bảng 2. Các thông số phân tích độ nhạy đối với chế độ dòng chảy

STT	Thông số	Kí hiệu
1	Hệ số dòng chảy ngầm	Alpha_Bf
2	Chỉ số diện tích là tiềm năng lớn nhất	Blai
3	Khả năng trữ nước của tán che lớn nhất	Canmx
4	Sức dẫn thủy lực bão hòa của lòng sông	Ch_K2
5	Hệ số độ nhám (Manning) của lòng sông	Ch_N2
6	Hệ số tính thấm (cuer) của bề mặt đất	Cn2
7	Hệ số lượng nước mất đi do thực vật hấp thụ	Epc0
8	Hệ số lượng nước mất đi do bốc hơi nước từ đất	Esco
9	Số ngày chậm trễ của nước ngầm	Gw_Delay
10	Hệ số mao dẫn (revap) từ nước ngầm lên tầng đất	Gw_Revap
11	Giới hạn độ sâu mực nước trong tầng nước ngầm nông xuất hiện dòng chảy	Gwqmn
12	Giới hạn độ sâu mực nước trong tầng nước ngầm nông xuất hiện hiện tượng mao	Revapmn
13	Suất phản chiếu ẩm của đất	Sol_Alb
14	Khả năng chứa nước hữu hiệu của đất	Sol_Awc
15	Sức dẫn thủy lực bão hòa của đất	Sol_K
16	Độ sâu tầng đất	Sol_Z
17	Thời gian chậm trễ của dòng chảy tràn bề mặt	Surlag

(Nguồn: Tổng hợp từ SWAT, 2009 theo tài liệu lý thuyết)

Các hệ số Nash – Sutcliffe (NSE), hệ số xác định (R^2) và độ lệch phần trăm (PBIAS) là các hệ số đánh giá trong quá trình hiệu chỉnh mô hình dùng để đánh giá kết quả dự đoán của mô hình.

Giá trị NSE được tính toán sử dụng công thức sau:

$$NSE = 1 - \frac{[\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{sim})^2]}{[\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - \bar{Q}_{obs})^2]}$$

Trong đó: n là số lần đánh giá; Q_{obs} và Q_{sim} là giá trị quan trắc và mô phỏng của lần thứ i ;

$\bar{Q}_{obs}$ là giá trị quan trắc trung bình của các lần quan trắc Q_{obs} .

Giá trị NSE cho biết mức độ trùng khớp của đường giá trị quan trắc so với giá trị mô phỏng và đường 1:1. Giá trị NSE giới hạn từ $-\infty$ đến 1, với giá trị nhỏ hơn hay gần bằng 0 biểu thị cho khả năng dự đoán không chính xác của mô hình, giá trị gần bằng 1 thể hiện cho khả năng dự đoán tốt của mô hình.

Hệ số xác định (R^2):

$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i - \bar{Q}_{obs})(Q_{sim}^i - \bar{Q}_{sim})]^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i - \bar{Q}_{obs})^2 \sum_{i=1}^n (Q_{sim}^i - \bar{Q}_{sim})^2}$$

Trong đó: $\bar{Q}_{sim}$ và $\bar{Q}_{obs}$ là giá trị lưu lượng dòng chảy quan trắc và mô phỏng; n là số lần quan trắc.

Hệ số PBIAS

$$PBIAS = \sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i - Q_{sim}^i) \times 100 / \sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i)$$

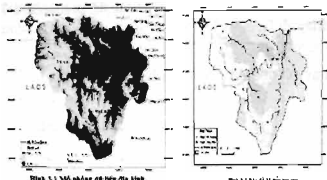
Trong đó: n là số lần đánh giá. Q_{obs} và Q_{sim} là giá trị quan trắc và mô phỏng tại lần thứ i .

Giá trị PBIAS bằng 0 thể hiện sự mô phỏng đúng đắn của mô hình. Giá trị dương PBIAS biểu thị mô hình mô phỏng thấp hơn giá trị thực, còn giá trị âm PBIAS biểu thị mô hình mô phỏng cao hơn giá trị thực. Kết quả của quá trình hiệu chỉnh mô hình đạt các giá trị $NSE \geq 0,5$, $R^2 \geq 0,6$, $PBIAS \pm 15\%$ đối với lưu lượng dòng chảy được xem là hiệu chỉnh thành công (Nguyễn Duy Bình, 2011).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Mô phỏng dữ liệu đầu vào

3.1.1. Mô phỏng dữ liệu địa hình



Mô hình số độ cao DEM (độ phân giải 30 m) tại khu vực nghiên cứu (Hình 3. 1) và dựa vào mô hình số độ cao (DEM) này để phân chia toàn bộ lưu vực

thành 21 tiểu lưu vực (Subbasins) (Hình 3. 2), các tiểu lưu vực được mô hình xác định mặc định cho phần lưu vực của 21 đoạn sông, suối trên toàn lưu vực nghiên cứu.

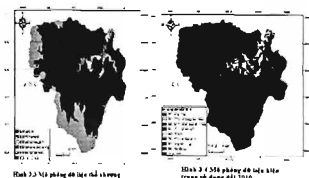
3.1.2. Mô phỏng bản đồ và dữ liệu thổ nhưỡng

Dựa trên bản đồ thổ nhưỡng và Atlas Việt Nam, các loại đất chính tại Khu Kinh tế Cửa khẩu Quốc tế Cầu Treo gồm đất vàng đỏ (ACf), đất mùn vàng đỏ (FRu), đất phù sa trung bình (FLe), đất phù sa có tầng đóm gi (FLb), đất phù sa ngòi suối (FLd), đất phù sa đọng nước (FLj) (Hình 3.3). Giá trị các thông số về thổ nhưỡng trong SWAT được cập nhật vào cơ sở dữ liệu của SWAT (tại bảng usersoil trong SWAT2009.mdb) định dạng MS Access.

Bảng 3. Tên và giá trị thông số của các loại đất

STT	Mã đất VN	Tên đất VN	Mã theo FAO	Tên theo FAO	USLE_K	SOL_K (mm/giờ)
1	Fa	Đất và đất vàng đỏ trên đá macma axit và đá cát	ACf	Ferralic Acrisols	0,15	2,87
2	Fs	Đất đỏ vàng trên đá sét và biến chất				
3	Fh	Đất mùn vàng đỏ trên núi	FRu	Humic Ferralsols	1,09	0,15
4	P	Đất phù sa trung tính ít chua	FLe	Eutric Fluvisols	0,33	5,41
5	Pb	Đất phù sa có tầng đóm gi	FLb	Cambic Fluvisols	0,15	5,41
6	Py	Đất phù sa ngòi suối	FLd	Dystric Fluvisols	0,15	3,87
7	W	Đất phù sa đọng nước	FLj	Stagni Fluvisols	0,30	5,41

(Nguồn: Nguyễn Duy Bình, 2011)



3.1.3. Mô phỏng dữ liệu hiện trạng sử dụng đất 2010

Các loại sử dụng đất tại Khu Kinh tế Cửa khẩu Quốc tế Cầu Treo được mô phỏng như hình 3.4, chủ yếu tập trung ở 9 loại sử dụng đất như được mô tả trong bảng 4. Mô hình SWAT lưu trữ giá trị các thông số mô hình về sử dụng đất ảnh hưởng tới dòng chảy và xói mòn đất trong CSDL dưới dạng MS Assess (tập tin SWAT2009.mdb)

Bảng 4. Tên loại sử dụng đất và hệ số C tương ứng

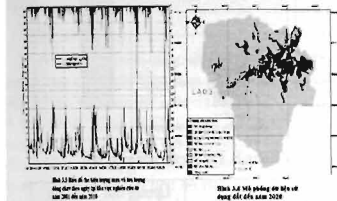
Mã SD đất trong SWAT	Tên SD đất trong SWAT	Tên sử dụng đất Việt Nam	USLE_C
DTFR	Disturbed	Đất có rừng trống	0,001
FCPR	Field crop	Đất trồng cây hàng năm	0,200
MISC	Miscellaneous land	Đất chưa sử dụng	0,350
ORCD	Orchard	Đất trồng cây ăn quả	0,001
PDDY	Paddy field	Đất chuyên trồng lúa	0,030
PRNL	Perennial land	Đất trồng cây CN lâu năm	0,001
UDFR	Undisturbed forest	Đất có rừng tự nhiên	0,001
URBN	Urban	Đất khu dân cư và phi NN	0,015
WATR	Water	Sông suối và nước mặt CD	0,000

(Nguồn: Nguyễn Duy Bình, 2011)

3.1.4. Mô phỏng dữ liệu sử dụng đất năm 2020

Hình 3.6 thể hiện bản đồ sử dụng các loại đất Khu Kinh tế Cửa khẩu Quốc tế Cầu Treo năm 2020, nhìn chung một số loại sử dụng đất chính vẫn không thay đổi nhiều so với năm 2010 (Xem bảng 4 và 5).

- Mô phỏng dữ liệu khí tượng và lưu lượng dòng chảy: Hình 3.5 thể hiện biểu đồ lượng mưa và lưu lượng dòng chảy ngày tại khu vực nghiên cứu.



3.2. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình dòng chảy

Kết quả tính toán các chỉ tiêu đánh giá mức độ tin cậy mô phỏng của mô hình gồm: Nash - Sutcliffe (1970) (NSE), hệ số tương quan R^2 , tỉ lệ sai lệch (Percent Bias - PBIAS) được thể hiện tại bảng 5.

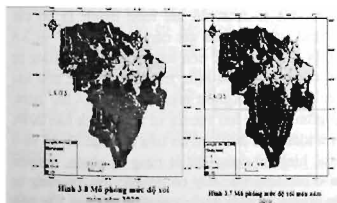
Bảng 5. Giá trị các chỉ tiêu đánh giá kết quả hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình dòng chảy

TT	Nội dung	Giai đoạn	NSE	R^2	PBIAS
1	Hiệu chỉnh	2001 – 2005	0,64	0,64	-3,66
2	Kiểm chứng	2006 - 2010	0,51	0,67	-15,46

Ta có thể nhận thấy mức độ chính xác về mô phỏng dòng chảy là chấp nhận được, chứng tỏ mô hình đã thành công trong việc mô phỏng những điều kiện ngoại cảnh ảnh hưởng đến dòng chảy.

3.3. Kết quả thành lập bản đồ xói mòn đất

3.3.1. Kích bản đánh giá xói mòn đất cho thời điểm 2010



Kết quả thành lập bản đồ mô tả xói mòn đất trong vùng nghiên cứu được thể hiện ở hình 3.7 và bảng 6.

Bảng 6. Diện tích và mức độ xói mòn cho từng loại hình sử dụng đất năm 2010

Loại sử dụng đất	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Lượng đất xói mòn (tấn/năm)	Lượng đất xói mòn (tấn/ha/năm)
Đất có rừng trồng	3651,04	6,44	16106,23	4,4
Đất trồng cây hàng năm	340,40	0,60	1658,42	4,9
Đất chưa sử dụng	1995,23	3,52	64991,52	32,6
Đất trồng cây ăn quả	36,00	0,06	242,52	6,7
Đất chuyên trồng lúa	262,13	0,46	5721,34	21,8
Đất trồng cây CN lâu năm	854,14	1,51	7017,47	8,2
Đất có rừng tự nhiên	48050,00	84,72	947148,19	19,7
Đất khu dân cư và phi NN	1090,98	1,92	1319,32	1,2
Sông suối và nước mặt CD	435,05	0,77	0,00	0,00
Tổng cộng	56714,97	100,00	1044205,01	

Bảng 6 đã mô tả tổng lượng đất bị mất hàng năm do xói mòn của toàn khu vực nghiên cứu và đối với từng loại hình sử dụng đất, lượng đất xói mòn bình quân mỗi ha / năm của mỗi loại hình sử dụng đất. Tại thời điểm năm 2010 tổng lượng đất bị xói mòn của toàn Khu Kinh tế là 1.044.205,01 tấn. Xét về mức độ xói mòn của từng loại đất theo quy định về phân cấp xói mòn đất của Bộ TN & MT tại Thông tư 14/2012/TT-BTNMT ngày 26/11/2012 (bảng 6) thì trừ sông suối và mặt nước chuyên dùng ra, có 5 loại đất có mức độ xói mòn yếu là đất khu dân cư và phi NN, đất có rừng trồng, đất trồng cây hàng năm, đất trồng cây ăn quả, đất trồng cây CN lâu năm (<10 tấn/ha/năm, ký hiệu X_m); đất có rừng tự nhiên, đất chuyên trồng lúa và đất chưa sử dụng có mức độ xói mòn trung bình ($\geq 10 - 50$ tấn/ha/năm, ký hiệu X_m).

3.3.2. Kích bản đánh giá xói mòn đất cho năm 2020

Kích bản dự đoán nguy cơ xói mòn đất năm 2020 cho khu vực nghiên cứu đã sử dụng số liệu tham

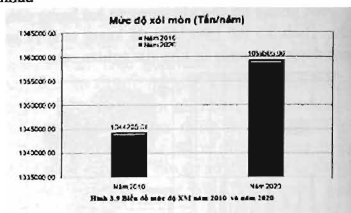
chiều từ kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2012. Cụ thể trong năm 2020, theo kịch bản phát thải trung bình (B2) thì lượng mưa tại Hà Tĩnh tăng 0,7% so với thời kỳ 1980-1999. Sử dụng dữ liệu đầu vào là lượng mưa/ngày/năm 2020 và bản đồ sử dụng đất năm 2020. Kết quả mô phỏng bản đồ dự báo mức độ xói mòn đất tại Khu Kinh tế Cửa khẩu Quốc tế Cầu Treo năm 2020 được thể hiện theo hình 3.8.

Bảng 7. Diện tích và dự báo mức độ xói mòn cho từng loại hình sử dụng đất năm 2020

Loại sử dụng đất	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Lượng đất xói mòn (tấn/năm)	Lượng đất xói mòn (tấn/ha/năm)
Đất có rừng trồng	4150,72	7,32	21535,95	5,2
Đất trồng cây hàng năm	378,04	0,67	2159,74	5,7
Đất chưa sử dụng	1054,64	1,86	43216,83	41,0
Đất trồng cây ăn quả	32,00	0,06	393,21	12,3
Đất chuyên trồng lúa	193,46	0,34	5547,56	28,7
Đất trồng cây CN lâu	705,18	1,24	6597,45	9,4
Đất có rừng tự nhiên	47772,95	84,23	971585,76	20,3
Đất khu dân cư và phụ NN	2002,26	3,53	8268,56	4,1
Sông suối và MNCD	425,72	0,75	0,00	0,00
Tổng	56714,97	100,00	1059305,06	

Bảng 7 mô tả tổng lượng đất bị mất hàng năm do xói mòn của toàn khu vực nghiên cứu và đối với từng loại hình sử dụng đất, lượng đất xói mòn bình quân mỗi ha năm của mỗi loại hình sử dụng đất tại thời điểm năm 2020. Ta có thể thấy tổng lượng đất mất và bình quân lượng đất bị xói mòn trên ha trên năm đối với từng loại sử dụng đất đều tăng lên, nguyên nhân do lượng mưa tăng do sự tác động của biến đổi khí hậu gây nên. Theo quy định tại Thông tư 14/2012/TT-BTNMT ngày 26/11/2012 của Bộ TN & MT ta nhận thấy một số loại đất đã có mức độ xói

mòn tăng nhanh so với năm 2010, trong đó loại đất trồng cây ăn quả có mức độ xói mòn yếu năm 2010 đã chuyển thành đất có mức độ xói mòn trung bình vào năm 2020. Đất chưa sử dụng, đất chuyên trồng lúa, đất rừng tự nhiên vẫn có mức độ xói mòn cao nhất.



Bảng 8. Phân cấp xói mòn đất

Cấp xói mòn	Lượng đất bị xói mòn	Kỳ hiệu
Không xói mòn	0	Xm_N
Xói mòn yếu	< 10	Xm_1
Xói mòn trung bình	$\geq 10 - 50$	Xm_2
Xói mòn mạnh	≥ 50	Xm_3

Hình 3.9 cho thấy tương ứng với những thay đổi về loại hình sử dụng đất và dưới tác động của biến đổi khí hậu theo kịch bản phát thải trung bình B2 do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2012, tổng lượng đất xói mòn năm 2020 đã tăng lên tới 1.059.305,06 tấn/năm so với 1.044.205,01 tấn/năm 2010. Điều này chứng tỏ sự thay đổi loại hình sử dụng đất và biến đổi khí hậu đã tác động không nhỏ tới nguy cơ xảy ra xói mòn trong khu vực, cụ thể là lượng mưa tăng gây ra dòng chảy mặt tăng dẫn đến quá trình bào mòn lớp đất mặt là nguyên nhân chính làm cho hiện tượng xói mòn tăng lên.

Mặc dù số liệu trong bảng 6 và 7 không phản ánh loại đất có mức độ xói mòn mạnh (≥ 50 tấn/ha/năm), nhưng xem xét các hình 3.6, 3.7 và 3.8 cho thấy, phần lớn các tiểu lưu vực thuộc đất rừng tự nhiên có mức độ xói mòn trung bình. Các tiểu lưu vực có mức độ xói mòn mạnh (≥ 50 tấn/ha/năm; Xm_3) gồm có tiểu lưu vực 21 và 5 của kịch bản 2010; đối với kịch bản 2020 thì có tiểu lưu vực 21, 13 và 5 với loại hình sử dụng đất là rừng tự nhiên, nguyên nhân ở các khu vực này có độ dốc lớn, có rừng tự nhiên nhưng lại nằm ở trên các đỉnh núi cao. Các tiểu

ưu vực có mức độ xói mòn yếu chủ yếu là các loại đất nằm ở thung lũng ven sông, suối như đất rừng rỗng, đất cây lâu năm, đất khu dân cư, đất sản xuất nông nghiệp... Ngoài ra qua điều tra thực tế các khu vực ven sông suối, có độ dốc lớn, một số nơi trên các trục đường giao thông khi có mưa lũ lớn, lũ quét vẫn xảy ra xói mòn, sạt lở đất ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống nhân dân và các công trình hạ tầng tại địa phương.

4. KẾT LUẬN

Đã đưa ra một cách tổng quát của việc ứng dụng công nghệ mô hình hóa và công cụ GIS trong việc dự báo nguy cơ xói mòn đất xảy ra tại Khu Kinh tế Cửa khẩu Quốc tế Cầu Treo - Hà Tĩnh. Đã áp dụng mô hình SWAT để mô phỏng quá trình xói mòn đất cho lưu vực sông thuộc địa bàn Khu Kinh tế trên cơ sở thu thập các dữ liệu về địa hình, loại sử dụng đất, thổ nhưỡng và các dữ liệu về khí tượng thủy văn tại khu vực nghiên cứu.

- Mô hình đã thành lập được bản đồ xói mòn đất và đưa ra các dự báo lượng đất bị xói mòn phân bố theo không gian và thời gian. Đã tính toán được lượng đất mất cho cả khu vực nghiên cứu, cho từng loại sử dụng đất và bình quân lượng đất xói mòn trên bề mặt của từng loại đất tại từng thời điểm. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy sự thay đổi loại hình sử dụng đất và tác động của biến đổi khí hậu đã làm cho nguy cơ xảy ra xói mòn trong khu vực tăng lên rõ rệt, do lượng mưa tăng gây ra dòng chảy mặt tăng dẫn đến quá trình xói mòn tăng lên. Tổng lượng đất bị xói mòn toàn khu vực năm 2010 là 1.044.205,01 tấn, dự báo năm 2020 là 1.059.305,06 tấn; năm 2010 có 5 loại đất có mức độ xói mòn yếu (<10 tấn/ha/năm), có 3 loại đất có mức độ xói mòn trung bình ($\geq 10 - 50$ tấn/ha/năm); dự báo năm 2020 có 4 loại đất có mức độ xói mòn yếu, có 4 loại đất có mức độ xói mòn trung bình; có một số tiểu lưu vực có mức độ xói mòn mạnh như tiểu lưu vực 21 và 5 của kịch bản 2010, đối với kịch bản 2020 thì có tiểu lưu vực 21, 13 và 5. Ngoài ra qua điều tra thực tế các khu vực ven sông suối, có độ dốc lớn, một số nơi trên các trục đường giao thông khi có mưa lũ lớn, lũ quét vẫn xảy ra xói mòn, sạt lở đất ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống nhân dân và các công trình hạ tầng tại địa phương.

- Đã đề xuất trong quản lý sử dụng đất cần tăng cường các biện pháp quản lý, bảo vệ rừng, bảo tồn đa dạng sinh học; áp dụng các biện pháp canh tác trên

đất dốc theo mô hình sản xuất nông nghiệp hữu cơ để vừa chống thoái hóa đất và giảm thiểu ô nhiễm đất; cần có các giải pháp kỹ thuật công trình để hạn chế xói mòn, sạt lở đất trên các sườn núi, bờ sông, đường giao thông, điểm dân cư... Trong quy hoạch sử dụng đất cần hạn chế bố trí đất dân cư, khu đô thị, công nghiệp, các công trình... ở những khu vực cần bảo vệ rừng và đa dạng sinh học, nơi có khả năng sạt lở cao như ven sông suối, ven đồi dốc...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam năm 2009.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, năm 2012.
3. Đỗ Duy Phái, 2005. Nghiên cứu ảnh hưởng các phương pháp canh tác bảo vệ đất và mô hình dự báo xói mòn đất tại Đồng Cao, huyện Lương Sơn, tỉnh Hòa Bình. Luận văn cao học. Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, Hà Nội.
4. Nguyễn Duy Bình, 2011. Ứng dụng công nghệ tin học để đánh giá, dự báo và cảnh báo tình trạng xói mòn đất trên đất dốc canh tác vùng đồi núi. Đề tài cấp Bộ, trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
5. Nguyễn Trọng Hà, 1996. Xác định các yếu tố gây xói mòn và khả năng dự báo xói mòn trên đất dốc. Luận án phó tiến sĩ khoa học kỹ thuật. Trường Đại học Thủy Lợi Hà Nội.
6. Nguyễn Huệ và Thái Phiến, 1996. Xói mòn đất trong mối quan hệ với các thảm cây trồng khác nhau. Kết quả nghiên cứu khoa học. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa. Nxb Nông nghiệp Hà Nội.
7. Nguyễn Khang, 1997. Tiềm năng đất dốc Việt Nam. Báo cáo khoa học tại hội thảo về quản lý dinh dưỡng và nước cho cây trồng trên đất dốc miền Bắc Việt Nam. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa. Viện Kali và Lân Bắc Mỹ tổ chức tại Hà Nội ngày 13 và 14/1/1997.
8. Phạm Ngọc Dũng, 1991. Nghiên cứu một số biện pháp chống xói mòn trên đất đỏ bazan trồng chè vùng Tây Nguyên và xác định giá trị của các yếu tố gây xói mòn đất theo mô hình Wischmeier W. H và Smith D. D., Luận án phó tiến sĩ khoa học nông nghiệp, Hà Nội.
9. Thái Phiến và Nguyễn Từ Siem, 1999. Đất đồi núi Việt Nam thoái hóa và phục hồi. NXB Nông

ngiệp, 1999.

10. Thái Phiên, Mai Văn Trinh, Đỗ Cảnh Dương, 2001. Xói mòn đất trên vùng gò đồi huyện Ninh Sơn - Ninh Thuận. Tạp chí Khoa học Đất (15). Nxb Nông nghiệp Hà Nội.

11. Thái Phiên, Nguyễn Từ Siem, 1998. Canh tác bền vững trên đất dốc ở Việt Nam. NXB Nông nghiệp, 1998.

12. Thái Phiên, 1997. Những yếu tố hạn chế canh tác nông nghiệp trên đất dốc Việt Nam. Báo cáo hội thảo về quản lý dinh dưỡng và nước cho cây trồng trên đất dốc miền Bắc Việt Nam.

13. Bergsma, E. (ed.), 1996. Terminology for Soil Erosion and Conservation. International Society of Soil Science. Grafisch Service Centrum, Wageningen, 313 pp.

14. Mai Văn Trinh, 2007. Soil erosion and nitrogen leaching in northern Vietnam: Experimentation and modelling Dissertation no. 4167. Wageningen Universiteit, Wageningen, The Netherlands. 192 p.

15. Mai, V. T., Nguyen, D. D., Van Keulen, H., 2005. Using LANDSAT images for studying land use dynamics and soil degradation. Case study in Tam Duong district, Vinh Phuc province, Vietnam. International Journal of Geoinformatics 1, 157-164.

16. Neitsch, S. L., J. G. Arnold, J. R. Kiniry, R. Srinivasan, and J. R. Williams, 2009a. *Soil and Water Assessment Tool User's Manual. Version 2005*, p. 224-238. Temple, Texas, USA-ARS Grassland, Soil and Water Research Laboratory.

17. Neitsch, S. L., J. G. Arnold, J. R. Kiniry, R. Srinivasan, and J. R. Williams, 2009b. *Soil and Water Assessment Tool Input/Output File Documentation. Version 2005*, p. 157-163. Temple, Texas, USA-ARS Grassland, Soil and Water Research Laboratory.

18. Nearing, M. A., L. J. Lane, E. E. Alberts, and J. M. Laflen, 1990. Prediction technology for soil erosion by water: status and research needs. Soil Science Society of America Journal 54: 1702-11.

19. Smith, R. E., 1990, Analysis of infiltration through a two-layer soil profile. Soil Science Society of America Journal, 54(5), 1219-1227.

APPLICATION OF MODELING TECHNIQUES TO EVALUATE, PREDICT SOIL EROSION IN CAU TREO INTERNATIONAL BORDER-GATE ECONOMIC ZONE, HA TINH PROVINCE

Nguyen Van Tri, Nguyen Xuan Thanh, Nguyen Anh Tuan

Summary

Sustainable land use planning requires the suitable and economical land allocation and arrangement which helps to produce eco-socio effectiveness and environment protection. The prediction on land degradation due to soil erosion serves for the purposes of evaluating the effect of land resource degradation, farming productivity reduction, infrastructure and people's livelihoods; and afterwards, to propose the solutions to the sustainability-based land use and allocation. Within the framework of this research, the model SWAT (Soil and Water Assessment Tool) have been applied to evaluate and predict the soil erosion in Cau Treo Border-gate Economic Zone, Ha Tinh province. Based on topographic data, land categories, current land use, tentative land use planning, climatic factors of this area, land erosion process was simulated into the maps on soil erosion prediction by scenario for the year 2010 and 2020. The research results show that according to changes in land use types and under the impact of climate change developed in accordance with average B2 emission scenario issued by Ministry of Natural Resources and Environment in 2012, the total area of eroded land in 2020 would increase from 1.044.205,01 tons/year in 2010 to 1.059.305,06 tons/year in 2020. The coefficients NSE, R2 and PBIAS were checked to verify the model accuracy and adjust the simulation model for soil erosion in the area. The value of relevant coefficients NSE, R2 and PBIAS with daily adjustment are 0.64, 0.64, -3.66 and of the verified values are 0.51, 0.67, -15.46 accordingly. Based on the above results, the application of SWAT method to prediction of the soil erosion at the studying location is highly evaluated. The research helps also to propose suitable measures for management, usage and protection of land resources based on sustainable principles at the Cau Treo Border-gate Economic Zone.

Key words: Modeling technique, land resource preservation, prediction on land erosion, bordergate economic zone, land use planning.

Người phản biện: TS. Trần Minh Tiến

Ngày nhận bài: 8/7/2013

Ngày thông qua phản biện: 12/8/2013

Ngày duyệt đăng: 20/8/2013