

# THÀNH LẬP BẢN ĐỒ NGUY CƠ XÓI MÒN ĐẤT NÔNG NGHIỆP BẰNG KỸ THUẬT PHÂN TÍCH KHÔNG GIAN CỦA GIS HUYỆN TAM NÔNG TỈNH PHÚ THỌ

Nguyễn Thị Thu Hiền \*, Trần Quốc Vinh

*Khoa Quản lí Đất đai, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

*Email\* : nttvientnmt@vnua.edu.vn*

Ngày gửi bài: 17.05.2017

Ngày chấp nhận: 10.08.2017

## TÓM TẮT

Xói mòn đất là một trong những nguyên nhân chính gây thoái hóa đất. Bản đồ nguy cơ xói mòn đất cung cấp dữ liệu vị trí và nguy cơ xảy ra xói mòn nhằm kiểm soát tác nhân gây ra xói mòn đất. Mục tiêu của nghiên cứu là sử dụng phương pháp phân tích không gian của GIS để thành lập bản đồ nguy cơ với xói mòn đất nông nghiệp của huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ. Từ kết quả phỏng vấn các chuyên gia khoa học đất, áp dụng tiến trình phân tích thứ bậc (AHP) đã xác định trọng số của 5 yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn đất gồm: lượng mưa (49,22%), độ dốc (20,57%), đất (10,30%), độ che phủ thực vật (13,48%) và loại sử dụng đất (6,44%). Sử dụng kỹ thuật phân tích không gian chồng xếp các bản đồ chuyên đề với trọng số tương ứng để thành lập bản đồ nguy cơ xói mòn đất. Kết quả tính toán cho thấy, trên địa bàn huyện Tam Nông có 1.650,78 ha nguy cơ cao với xói mòn chiếm 15,16% diện tích nghiên cứu, 3.074,07 ha (28,23%) nguy cơ trung bình với xói mòn, diện tích nguy cơ thấp và không nguy cơ xói mòn chiếm tương ứng 40,58% và 16,03%. Kiểm chứng thực địa cho thấy bản đồ nguy cơ xói mòn có độ tin cậy cao, phản ánh được thực tế xói mòn đất tại địa bàn nghiên cứu.

Từ khóa: Đánh giá đa chỉ tiêu, hệ thống thông tin địa lý (GIS), huyện Tam Nông, xói mòn đất.

## Constructing Map of Agricultural Soil Erosion Risk by Spatial Analysis Technique of GIS in Tam Nong District, Phu Tho Province

### ABSTRACT

Soil erosion is one of the main causes of soil degradation. Map of soil erosion risk provides information about location and erosion threat, thus helps us in controlling the impact factors of soil erosion. The aim of this study was to apply spatial analysis methods in GIS to produce the map of soil erosion risk for agricultural land in Tam Nong district, Phu Tho province. Based on expert's knowledge, followed by Analytic hierarchy process (AHP), we calculated the weight for 5 impact factors to soil erosion: precipitation (49.22%), slope (20.57%), soil types (10.30%), vegetation cover (13.48%) and land use type (6.44%). Spatial analysis techniques were used to overlay all thematic maps with corresponding weights to construct map of soil erosion risk. The results showed, there were 1 650.78 ha of agricultural land that had high risk of erosion (accounting for 15.16% of the total area) and 3 074.07 (28.23%) ha had medium risk. The agricultural land with low and no risk of soil erosion accounted for 40.58% and 16.03%, respectively. Verification in the field indicated that the map of soil erosion risk has high reliability, and reflects the reality of the soil erosion in the study area.

Keywords: Multi criteria evaluation (MCE), Geographic information system (GIS), Tam Nong district, soil erosion.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xói mòn đất là một quá trình phức tạp, một trong những nguyên nhân chính gây thoái hóa

tài nguyên đất. Xói mòn đất ảnh hưởng trực tiếp đến sức sản xuất của đất và gây hậu quả lớn sau một khoảng thời gian dài, đất đai bị thoái hóa, năng suất cây trồng giảm sút, ô nhiễm môi trường, gây bồi lắng lòng hồ, lòng sông và nhiều

hậu quả nghiêm trọng khác. Hiện nay, do áp lực của tăng dân số và sự khan hiếm đất sản xuất nông nghiệp làm cho vấn đề xói mòn càng trở nên nghiêm trọng. Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện nhằm đánh giá, đo lường và mô hình hóa những nguyên nhân cũng như tác động của các nhân tố đến xói mòn đất. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, 5 yếu tố tác động đến xói mòn đất bao gồm: lượng mưa, loại đất, địa hình, lớp phủ và biện pháp canh tác (loại sử dụng đất). Phương pháp đo đạc thực nghiệm để xác định xói mòn có độ chính xác cao nhưng đòi hỏi nhiều thời gian, tốn kém và chỉ phản ánh xói mòn trong từng khu vực cụ thể. Các mô hình toán học đã được ứng dụng rộng rãi để ước tính lượng mất đất do xói mòn, điển hình là phương trình mất đất phổ dụng USLE (Wischmeier and Smith, 1978); mô hình RUSLE/MUSLE (Renard *et al.*, 1997); mô hình xói mòn đất châu Âu (EUROSEM); mô hình WEPP (Water Erosion Prediction Project); SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Tuy nhiên, vấn đề quan trọng đặt ra cho những nghiên cứu về xói mòn không chỉ là đo đếm, ước lượng hay tính toán mà là kiểm soát xói mòn. Bản đồ nguy cơ xói mòn cung cấp dữ liệu vị trí cũng như mức độ xói mòn để giúp người sử dụng đất đưa ra những hành động, chương trình mục tiêu nhằm giảm thiểu tác động của tác nhân gây xói mòn, giảm nguy cơ xói mòn.

Huyện Tam Nông nằm ở phía Đông Nam của tỉnh Phú Thọ, có địa hình phức tạp, nhiều đồi núi, bị chia cắt với hệ thống sông suối dày đặc, cùng với khí hậu nhiệt đới gió mùa, lượng mưa trung bình hàng năm tương đối lớn lại tập trung chủ yếu vào mùa mưa. Tam Nông có diện tích đất đồi gò với độ dốc trên  $8^{\circ}$  chiếm khoảng 16% diện tích đất nông nghiệp nên việc canh tác trên diện tích này chịu nhiều ảnh hưởng của xói mòn. Do đó việc nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích không gian của GIS thành lập bản đồ nguy cơ xói mòn huyện Tam Nông là cơ sở khoa học để lựa chọn phương pháp kiểm soát xói mòn hiệu quả, đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế và giảm thiểu tác động đến môi trường.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Tư liệu ảnh vệ tinh Landsat 7 số hiệu LE71270452015190 thu nhận ngày 9/7/2015 gồm 7 kênh phổ. Dữ liệu bản đồ gồm bản đồ thổ nhưỡng chính lý năm 2012, bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2015, mô hình số độ cao khu vực huyện Tam Nông. Số liệu lượng mưa các trạm khí tượng thủy văn giai đoạn 2005-2015 trên địa bàn tỉnh Phú Thọ. Các bản đồ, ảnh vệ tinh sau khi thu thập được chuẩn hóa về cùng hệ tọa độ VN2000, tỷ lệ 1/25.000.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Thu thập tài liệu, số liệu

Tài liệu thứ cấp: được thu thập tại UBND huyện Tam Nông bao gồm các số liệu, tài liệu liên quan như: số liệu mưa, số liệu thống kê về tình hình sử dụng đất, bản đồ hiện trạng sử dụng đất... Số liệu phân tích đất, bản đồ thổ nhưỡng kế thừa kết quả nghiên cứu của Trần Quốc Vinh (2012). Tư liệu ảnh vệ tinh Landsat khu vực nghiên cứu tải miễn phí tại trang web: <https://earthexplorer.usgs.gov> của Hội Khảo sát địa chất Hoa Kỳ.

Số liệu sơ cấp: Sử dụng GPS cầm tay điều tra 90 mẫu các loại sử dụng đất phục vụ phân loại ảnh vệ tinh và đánh giá độ tin cậy của kết quả nghiên cứu. Trong đó 50 mẫu phục vụ giải đoán ảnh (10 mẫu/loại sử dụng đất) ở khu vực không có biến động sử dụng đất giai đoạn 2010 - 2015, 40 mẫu ngẫu nhiên phục vụ kiểm chứng kết quả xây dựng bản đồ nguy cơ xói mòn (10 mẫu/mức độ nguy cơ xói mòn).

#### 2.2.2. Phương pháp chuyên gia

Phỏng vấn 10 chuyên gia trong lĩnh vực khoa học đất và các nhà khoa học chuyên nghiên cứu về xói mòn đất bằng bảng câu hỏi. Trong bảng hỏi các chuyên gia sẽ đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn theo phương pháp so sánh cặp đôi bằng cách cho điểm theo thang điểm từ 1 đến 9 về các cặp yếu tố như mưa và địa hình, mưa và thổ nhưỡng, mưa và lớp phủ, đất và địa hình...

### 2.2.3. Phương pháp viễn thám

+ Từ tư liệu ảnh viễn thám tiến hành tính độ che phủ thực vật bằng chỉ số NDVI.

Trong đó NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) là chỉ số khác biệt thực vật, thể hiện mức độ tập trung của thực vật trên mặt đất được tính theo công thức:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

NIR là giá trị phản xạ của các đối tượng ở bước sóng cận hồng ngoại (near infrared)

RED là giá trị phản xạ của các đối tượng ở bước sóng đỏ.

Sử dụng chức năng tính chỉ số NDVI trong phần mềm ArcGIS, căn cứ vào giá trị NDVI để phân lớp thành lập bản đồ độ che phủ thực vật.

+ Phân loại ảnh bằng phương pháp phân loại có kiểm định sử dụng 50 mẫu kiểm tra thực địa để thành lập bản đồ sử dụng đất năm 2015 khu vực nghiên cứu.

### 2.2.4. Đánh giá đa chỉ tiêu (MCE - Multi-criteria evaluation)

Phương pháp đánh giá đa chỉ tiêu MCE là một kỹ thuật phân tích tổ hợp các tiêu chí khác nhau để cho ra kết quả cuối cùng. Phân tích đa chỉ tiêu cung cấp cho người ra quyết định các mức độ quan trọng của các tiêu chí khác nhau. Có nhiều phương pháp đánh giá đa chỉ tiêu như phương pháp xếp hạng theo thứ tự, phương pháp sắp xếp theo tỷ lệ, phương pháp so sánh cặp đôi, phương pháp thỏa hiệp (Lê Thị Giang, 2012).

Trong nghiên cứu này, đánh giá đa chỉ tiêu theo phương pháp so sánh cặp đôi sử dụng tiến

trình phân tích thứ bậc (AHP - Analytical Hierarchy Process) để xác định trọng số của các yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn. Người được phỏng vấn đưa ra các ý kiến đánh giá về mức độ ảnh hưởng của các yếu tố lượng mưa, địa hình, thổ nhưỡng, lớp phủ thực vật, sử dụng đất và mật độ lưới sông (mật độ thoát nước) thể hiện theo từng cặp so sánh. Người được hỏi chọn câu trả lời trong phiếu điều tra in sẵn thang đánh giá mức độ so sánh từ 1 đến 9 như trong bảng 1.

Việc so sánh thực hiện giữa các cặp chỉ tiêu và tổng hợp lại thành một ma trận gồm n dòng và n cột (n là số chỉ tiêu). Phần tử  $a_{ij}$  thể hiện mức độ quan trọng của chỉ tiêu hàng i so với chỉ tiêu cột j.

$$A = (a_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Mức độ quan trọng tương đối của chỉ tiêu i so với j được tính theo thang đo k (k từ 1 đến 9), ngược lại của chỉ tiêu j so với i là  $1/k$ . Như vậy  $a_{ij} > 0$ ,  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ,  $a_{ii} = 1$ .

Trọng số cho các chỉ tiêu được tính bằng phương pháp trung bình nhân (geometric mean).

Để đánh giá độ tin cậy của các trọng số sử dụng tỷ số nhất quán của dữ liệu (Consistency Ratio - CR). Tỷ số này so sánh mức độ nhất quán với tính khách quan (ngẫu nhiên) của dữ liệu:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

**Bảng 1. Thang đánh giá mức độ quan trọng**

Mức độ quan trọng	Định nghĩa	Giải thích
1	Mức quan trọng như nhau	Hai yếu tố có mức độ quan trọng như nhau.
3	Mức quan trọng yếu	Kinh nghiệm và nhận định hơi nghiêng về yếu tố này hơn yếu tố kia.
5	Mức quan trọng trung bình	Kinh nghiệm và nhận định nghiêng về yếu tố này hơn yếu tố kia.
7	Mức quan trọng mạnh	Một yếu tố được ưu tiên mạnh hơn yếu tố kia và được biểu lộ trong thực tế.
9	Mức quan trọng rất mạnh	Sự quan trọng hơn hẳn của yếu tố này so với yếu tố kia ở trên mức có thể.

2: Mức trung gian giữa 1 và 3; 4: Mức trung gian giữa 3 và 5; 6: Mức trung gian giữa 5 và 7; 8: Mức trung gian giữa 7 và 9.

Nguồn: Saaty, 1980

**Bảng 2. Chỉ số ngẫu nhiên RI**

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Nguồn: Berrittella et al., 2007

CI: Chỉ số nhất quán (Consistency Index)

RI: Chỉ số ngẫu nhiên (Random Index)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

n: số chỉ tiêu

Đối với mỗi một ma trận so sánh cấp n, Saaty đã thử nghiệm tạo ra các ma trận ngẫu nhiên và tính ra chỉ số RI (chỉ số ngẫu nhiên) tương ứng với các cấp ma trận như bảng 2.

Nếu giá trị tỷ số nhất quán CR < 0,1 là chấp nhận được, nếu lớn hơn chứng tỏ kết quả điều tra không nhất quán cần phải điều tra lại.

### 2.2.5. Phân tích không gian trong GIS

- Nội suy không gian: Sử dụng phương pháp nội suy để thành lập bản đồ lượng mưa. Từ số liệu lượng mưa trung bình hàng năm của các trạm đo gần khu vực nghiên cứu trong khoảng thời gian 11 năm (2005 - 2015) tiến hành nội suy đường đẳng trị lượng mưa để xây dựng bản đồ lượng mưa trung bình/năm. Sử dụng phần mềm ArcGis 10.3 tiến hành nội suy theo phương pháp nội suy khoảng cách có trọng số (IDW) thành lập bản đồ lượng mưa trung bình.

- Thành lập bản đồ độ dốc: Từ mô hình số độ cao sử dụng chức năng phân tích không gian trong GIS để thành lập bản đồ độ dốc.

- Sử dụng chức năng phân tích không gian trong GIS để tính toán thành lập bản đồ nguy cơ xói mòn và thành lập các bản đồ chuyên đề.

### 2.2.6. Xây dựng bản đồ nguy cơ xói mòn

Sử dụng chức năng phân tích không gian của GIS, chồng xếp các bản đồ đơn tính: lượng mưa, đất, độ dốc, lớp phủ và loại sử dụng đất theo các trọng số để thành lập bản đồ nguy cơ xói mòn đất.

### 2.2.7. Kiểm chứng ngoài thực địa

Sau khi xây dựng được bản đồ nguy cơ xói mòn đất khu vực nghiên cứu, tiến hành kiểm chứng kết quả ngoài thực địa. Phương pháp kiểm chứng là lựa chọn ngẫu nhiên theo mức độ nguy cơ với xói mòn. Số lượng điểm kiểm tra là 40 điểm, mỗi mức độ nguy cơ xói mòn kiểm tra 10 điểm. Căn cứ vào độ dốc, lớp phủ, loại sử dụng đất và kết quả quan sát xói mòn thực tế, so sánh với kết quả xử lý bản đồ để khẳng định độ chính xác của bản đồ. Mục đích nhằm kiểm tra mức độ tin cậy của kết quả nghiên cứu theo nguy cơ với xói mòn ở các vị trí cụ thể.

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 3.1. Thành lập bản đồ nguy cơ xói mòn đất nông nghiệp huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ

#### 3.1.1. Phân hạng các yếu tố tác động đến xói mòn đất

Mỗi một yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn được xếp hạng từ thấp đến cao của tiến trình tác động đến xói mòn. Năm yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn đất là: lượng mưa, địa hình, loại đất, lớp phủ và loại sử dụng đất.

Nguyễn Văn Dung và Trần Đức Viên (2005) đã khẳng định: lượng đất mất do xói mòn tỷ lệ thuận với lượng mưa, cường độ mưa. Điều này có nghĩa là với một khu vực nhất định, lượng mưa lớn đồng nghĩa với lượng đất mất do xói mòn cũng nhiều hơn. Huyện Tam Nông có lượng mưa trung bình từ 1650 - 2000 mm, chia lượng mưa thành 3 mức: Mức 1 ứng với khu vực có lượng mưa dưới 1700 mm, mức 2 ứng với 1700 - 1800mm, mức 3 là khu vực có lượng mưa trên 1800 mm.

Quá trình xói mòn bắt đầu phát triển ở độ dốc 0,5 - 2°. Độ dốc tăng lên, tốc độ dòng chảy tăng, mức độ xói mòn cũng tăng lên. Với độ dốc

**Bảng 3. Phân hạng các yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn**

Yếu tố ảnh hưởng	Phân lớp	Thứ hạng
Lượng mưa (X1)	< 1700 mm	1
	1700 - 1800 mm	2
	> 1800 mm	3
Độ dốc (X2)	0 - 3 <sup>0</sup>	1
	3 - 8 <sup>0</sup>	2
	8 - 15 <sup>0</sup>	3
	15 - 25 <sup>0</sup>	4
	> 25 <sup>0</sup>	5
Đất (X3)	Đất phù sa, glây, xám glây	1
	Đất xám điển hình	2
	Đất xám feralit điển hình, TPCG nhẹ tầng mặt, kết von nông, đá nông, đá kết von điển hình.	3
	Đất xám feralit điển hình, đá nông, sâu	4
	Đất tầng mỏng	5
Độ che phủ (X4)	Độ che phủ thực vật rất cao	1
	Độ che phủ cao	2
	Độ che phủ trung bình	3
	Độ che phủ thấp	4
	Độ che phủ rất thấp	5
Loại sử dụng đất (X5)	Rừng	1
	Cây lâu năm	2
	Cây hàng năm	3

từ 6 - 10<sup>0</sup> xói mòn xuất hiện ở trạng thái đầy đủ nhất (Trần Quốc Vinh, 2012). Độ dốc càng cao, nguy cơ xói mòn càng lớn.

Bản đồ đất được xếp hạng theo đặc tính thấm và giữ lại của loại đất. Ba nhóm đất bằng, trũng của huyện Tam Nông là đất phù sa, đất glây và đất xám glây có mức độ xói mòn thấp nhất (mức 1). Đất xám điển hình thuộc khu vực đất bằng, dọc ruộng của huyện có mức độ xói mòn ở mức 2. Khu vực đất đồi núi nhóm đất xám feralit điển hình, xám feralit có thành phần cơ giới (TPCG) nhẹ tầng mặt, xám feralit kết von nông, đá nông và đất xám điển hình có mức độ xói mòn ở mức 3. Đất xám feralit kết von sâu, đất xám feralit đá sâu có mức độ xói mòn ở mức 4. Nhóm đất tầng mỏng do đặc tính thấm và thoát nước kém dễ tạo ra dòng chảy bề mặt nên bị xói mòn mạnh nhất (mức 5).

Ngoài ra, yếu tố ảnh hưởng đáng kể đến vận chuyển đất do mưa là thảm thực vật. Việc giảm độ che phủ thực vật có thể làm tăng xói mòn đất. Đất bị xói mòn nhiều nhất khi thảm thực vật nghèo, độ che phủ thấp và ngược lại.

Các loại sử dụng đất khác nhau thì có nguy

cơ xảy ra xói mòn đất khác nhau. Đất rừng có mức độ xói mòn thấp nhất. Đất trồng cây hàng năm do phải áp dụng các biện pháp canh tác, làm đất... nên có nguy cơ xói mòn cao nhất.

Phân hạng các yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn đất được thể hiện ở bảng 3.

### **3.1.2. Thành lập các bản đồ chuyên đề (Yếu tố tác động đến xói mòn đất)**

#### *a. Bản đồ lượng mưa trung bình*

Bản đồ lượng mưa trung bình của khu vực nghiên cứu được thành lập bằng phương pháp nội suy từ số liệu mưa trung bình giai đoạn 2005 - 2015 của các trạm khí tượng trên địa bàn tỉnh Phú Thọ.

Số liệu lượng mưa trung bình thu thập được trên 5 trạm khí tượng thủy văn của Phú Thọ trong khoảng thời gian 11 năm (từ 2005 đến 2015) được thể hiện trong bảng 4.

Tiến hành nội suy theo thuật toán IDW trong phần mềm ArcGIS 10.3, kết quả thu được bản đồ phân bố lượng mưa khu vực nghiên cứu (Hình 1), thống kê lượng mưa theo các cấp trên địa bàn huyện Tam Nông ở bảng 5.

**Bảng 4. Lượng mưa trung bình/năm của các trạm khí tượng giai đoạn 2005 - 2015**

Tên trạm	Cọ Sơn	Minh Đài	Phú Hộ	Thanh Sơn	Việt Trì	
Kinh độ	105,17	105,28	105,23	105,17	105,42	
Vĩ độ	21,25	21,32	21,45	21,22	21,30	
Lượng mưa TB/năm	mm	1925,27	1669,12	1695,02	1635,41	1608,79

Nguồn: Tổng hợp từ niên giám thống kê tỉnh Phú Thọ 2010, 2015

**Bảng 5. Lượng mưa trung bình/năm trên địa bàn huyện Tam Nông**

Lượng mưa trung bình/năm (mm)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Lượng mưa < 1700	814,05	7,48
Lượng mưa từ 1700 - 1800	5.716,44	52,50
Lượng mưa > 1800	4.358,38	40,03
Tổng cộng	10888,87	100,00

Lượng mưa trung bình /năm trên địa bàn nghiên cứu dưới 1700 mm chiếm tỷ lệ thấp (7,48%). 52,5% diện tích có lượng mưa từ 1700 - 1800 mm và 40,03% diện tích có lượng mưa trên 1800 mm. Như vậy, lượng mưa trên địa bàn huyện Tam Nông khá cao, gây ảnh hưởng lớn đến xói mòn đất.

*b. Bản đồ đất*

Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài, do điều kiện kinh phí có hạn nên đề tài kế thừa tư liệu bản đồ đất của tác giả Trần Quốc Vinh thực hiện năm 2012 (Hình 1). Thống kê diện tích các loại đất chính trên địa bàn huyện Tam Nông ở bảng 6.

*c. Bản đồ độ dốc*

Nhân tố địa hình ảnh hưởng tới xói mòn thông qua độ dốc và chiều dài sườn dốc. Độ nghiêng của dốc tăng lên, tốc độ dòng chảy tăng, mức độ xói mòn cũng tăng lên.

Từ mô hình số độ cao (DEM) của khu vực nghiên cứu, sử dụng chức năng phân tích không gian trong phần mềm ArcGIS 10.3 để thành lập bản đồ độ dốc huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ (Hình 1). Thống kê diện tích các cấp độ dốc ở bảng 7.

Thông qua kết quả tính toán độ dốc có thể thấy rằng phần lớn diện tích đất của huyện Tam Nông ở địa hình ít dốc (độ dốc nhỏ hơn 8<sup>0</sup>) chiếm 83,8% diện tích điều tra. Diện tích đất đồi với độ

dốc từ 15 - 25<sup>0</sup> và trên 25<sup>0</sup> tập trung ở các xã: Dị Nậu, Thọ Văn, Phương Thịnh, Văn Lương, Xuân Quang, Cổ Tiết và Tê Lễ nhưng chiếm tỷ lệ nhỏ (5,1 và 1,4% diện tích điều tra).

*d. Bản đồ độ che phủ thực vật*

Tư liệu ảnh vệ tinh khu vực nghiên cứu là ảnh vệ tinh Landsat 7 đã được hiệu chỉnh ở mức 1 (Level 1). Tiến hành gộp các kênh ảnh và cắt ảnh theo ranh giới khu vực nghiên cứu.

Sử dụng công cụ trong phần mềm ArcGIS, để tính chỉ số NDVI. Từ kết quả tính NDVI, tham khảo bảng phân loại lớp phủ thực vật (bảng 8) của Arulbalaji and Gurugnanam (2014) thành lập bản đồ lớp phủ thực vật (Hình 1). Thống kê diện tích lớp phủ khu vực nghiên cứu ở bảng 9.

*e. Bản đồ loại sử dụng đất*

Tiến hành phân loại ảnh vệ tinh bằng phương pháp phân loại có kiểm định trên phần mềm ENVI. Căn cứ vào màu sắc, cấu trúc kết hợp với bản đồ hiện trạng sử dụng đất và 50 điểm mẫu thực địa của khu vực nghiên cứu tiến hành phân loại với 3 loại sử dụng đất chính là: đất rừng, cây lâu năm, cây trồng hàng năm. Sau đó chuyển kết quả phân loại sang phần mềm ArcGIS biên tập thành lập bản đồ sử dụng đất năm 2015 khu vực nghiên cứu (Hình 1). Thống kê diện tích các loại sử dụng đất ở bảng 10.

Thành lập bản đồ nguy cơ xói mòn đất nông nghiệp bằng kỹ thuật phân tích không gian của gis huyện Tam Nông tỉnh Phú Thọ

**Bảng 6. Thống kê diện tích các loại đất huyện Tam Nông**

Số TT	Tên đất	Ký hiệu	Diện tích
	Tổng diện tích đất nông nghiệp (trừ đất mặt nước)		10.888,87
I	Đất phù sa	P	3.684,37
1	Đất phù sa trung tính ít chua	P	3.498,60
-	Đất phù sa trung tính ít chua điển hình	P-h	1.743,05
-	Đất phù sa trung tính ít chua TPCG nhẹ tầng mặt	P-a	206,40
-	Đất phù sa trung tính ít chua ngập úng mùa mưa	P-st	1.445,65
-	Đất phù sa trung tính ít chua glây nông	P-g1	103,50
2	Đất phù sa chua	Pc	185,77
-	Đất phù sa chua glây nông	Pc-g1	177,33
-	Đất phù sa chua loang lổ nông	Pc-l1	8,44
II	Đất Glây	GL	687,55
-	Đất glây chua điển hình	GLc-h	669,8
-	Đất glây chua có tầng hữu cơ bị vùi lấp	GLc-t	17,75
III	Đất xám	X	6.437,12
1	Đất xám điển hình	X	247,7
-	Đất xám điển hình TPCG nhẹ tầng mặt	X- a	247,7
2	Đất xám glây	Xg	646,31
	Đất xám glây điển hình	Xg-h	338,14
	Đất xám glây thành phần cơ giới nhẹ tầng mặt	Xg-a	250,01
	Đất xám glây đá sâu	Xg-đ2	58,16
3	Đất xám Feralit	Xf	4.977,30
-	Đất xám feralit điển hình	Xf-h	1591,97
-	Đất xám feralit TPCG nhẹ tầng mặt	Xf-a	881,77
-	Đất xám feralit kết von nông	Xf -fe1	840,8
-	Đất xám feralit kết von sâu	Xf -fe2	377,61
-	Đất xám feralit đá nông	Xf -đ1	280,46
-	Đất xám feralit đá sâu	Xf -đ2	1004,69
4	Đất xám kết von		565,81
-	Đất xám kết von điển hình	Xfe-h	79,83
IV	Đất tầng mỏng	E	79,83

**Bảng 7. Thống kê diện tích theo cấp độ dốc khu vực nghiên cứu**

Cấp độ dốc (độ)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
0 - 3	4906,9	45,1
3 - 8	4215,63	38,7
8 - 15	1064,38	9,8
15 - 25	552,12	5,1
> 25	149,84	1,4
Tổng	10.888,87	100,0

**Bảng 8. Phân loại lớp phủ thực vật**

Loại thực vật	Giá trị NDVI
Nước	-0,06 đến -0,35
Đất trống	-0,35 đến 0,078
Cỏ, cây bụi	0,078 đến 0,15
Độ phủ thực vật trung bình	0,15 đến 0,22
Độ phủ thực vật cao	0,22 đến 0,28
Rừng nhiệt đới	0,28 đến 0,45
Rừng rậm (dày đặc)	0,45 đến 0,7

Nguồn: Arulbalaji and Gurugnanam (2014)

**Bảng 9. Thống kê diện tích lớp phủ khu vực nghiên cứu**

Lớp phủ	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Độ che phủ thực vật rất cao (NDVI > 0,28)	2.200,57	20,2
Độ che phủ cao (NDVI từ 0,22 - 0,28)	4.025,69	37,0
Độ che phủ trung bình (NDVI từ 0,15 - 0,22)	1.993,42	18,3
Độ che phủ thấp (NDVI từ 0,078 - 0,15)	1.797,33	16,5
Độ che phủ rất thấp (NDVI < 0,078)	871,86	8,0
Tổng cộng	10.888,87	100,0

Trên địa bàn nghiên cứu, diện tích đất rừng chiếm tỷ lệ khá cao 32,4% chủ yếu là các loại cây keo, bạch đàn, sơn, trám... Diện tích đất trồng cây lâu năm chiếm 23% chủ yếu trồng các loại cây ăn quả như: xoài, nhãn, vải, hồng... còn lại 44,7% diện tích là đất trồng cây hàng năm.

**Bảng 10. Diện tích các loại sử dụng đất khu vực nghiên cứu**

Loại SDD	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Rừng	3.523,91	32,4
Cây lâu năm	2.500,61	23,0
Hàng năm	4.864,35	44,7
Tổng cộng	10.888,87	100,0

**3.1.3. Xác định trọng số của các yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn**

Tiến hành phỏng vấn 10 chuyên gia trong lĩnh vực khoa học đất và xói mòn. Kết quả phỏng vấn xác định được các yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn là mưa, địa hình, đất, độ che phủ bề mặt và loại sử dụng đất. Riêng yếu tố mật độ

thoát nước (mật độ sông suối) được các nhà khoa học cho rằng không ảnh hưởng đến xói mòn nên được loại ra khỏi bảng so sánh cặp.

Từ kết quả điều tra tiến hành lập ma trận so sánh cặp đôi (Bảng 11). Trong bảng 11, phần tử  $a_{ij}$  là mức độ đánh giá giữa yếu tố  $i$  so với yếu tố  $j$ ,  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ ,  $a_{ii} = 1$ .

Vector trọng số  $W_{ii}$  của các yếu tố theo công thức:

$$W_{ii} = \frac{a_{ii}}{\sum_1^n a_{ni}}$$

Kết quả tính vector trọng số riêng của các yếu tố thể hiện trong bảng 12.

Từ ma trận vector trọng số riêng của các yếu tố, tính được trọng số của các yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn, kết quả thể hiện trong bảng 13.

Kết quả tính trọng số trong bảng 13 cho thấy trong 5 yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn của huyện Tam Nông, lượng mưa có tác động đến xói mòn ở mức độ cao nhất 49,22%, tiếp đến là độ dốc địa hình 20,57%, độ che phủ bề mặt với 13,48%, sau đó là loại đất với 10,30% và cuối cùng là loại sử dụng đất với trọng số bằng 6,44%.



Thành lập bản đồ nguy cơ xói mòn đất nông nghiệp bằng kỹ thuật phân tích không gian của gis huyện Tam Nông tỉnh Phú Thọ

Để kiểm tra độ tin cậy của các trọng số tính toán tỷ số nhất quán CR, kết quả tính toán được thể hiện ở bảng 14.

Tỉ số nhất quán CR = 0,0743 < 0,1 chứng tỏ có sự nhất quán của dữ liệu điều tra nên các trọng số tính được trong bảng 13 được chấp nhận để thành lập bản đồ nguy cơ xói mòn.

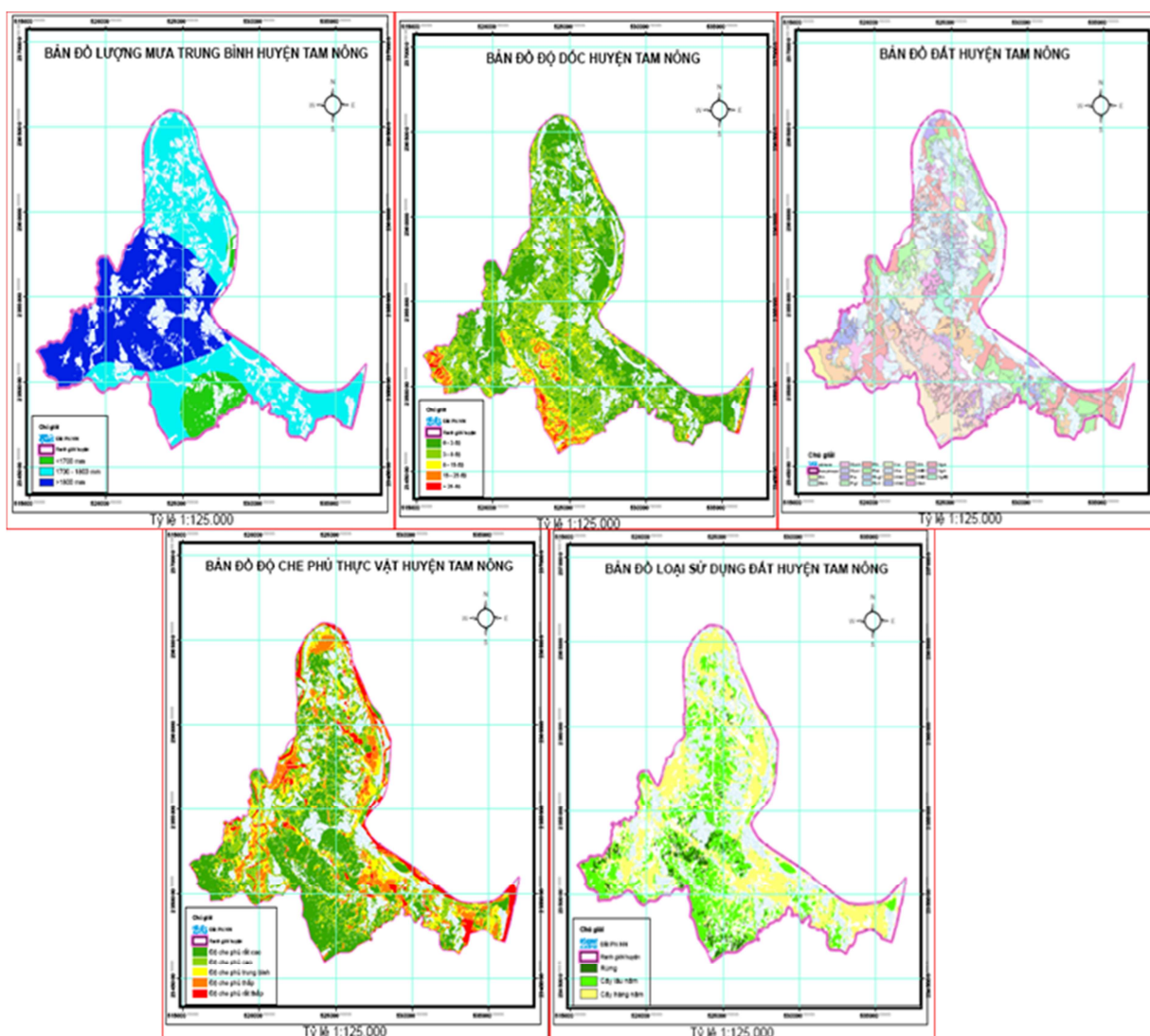
### 3.1.4. Thành lập bản đồ nguy cơ xói mòn

Với trọng số xác định được bằng phương pháp đánh giá đa chỉ tiêu ở trên, sử dụng chức năng chồng xếp bản đồ Overlay Weight Sum

trong phần mềm ArcGIS 10.3 thành lập bản đồ nguy cơ xói mòn.

Kết quả thu được bản đồ nguy cơ xói mòn huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ (Hình 2). Giá trị trên bản đồ biến thiên từ 100,01 - 347,60 tương ứng với tiềm năng xói mòn thấp nhất và cao nhất.

Sử dụng phương pháp phân loại tối ưu Jenks (Natural Break - Jenks) trong phần mềm ArcGIS chia mức độ nguy cơ thành 4 lớp: Không nguy cơ, nguy cơ thấp, nguy cơ trung bình và nguy cơ cao với xói mòn. Thống kê mức độ nguy cơ theo diện tích nghiên cứu thể hiện trong bảng 15.



Hình 1. Các bản đồ chuyên đề: lượng mưa, độ dốc, đất, độ che phủ, loại sử dụng đất

**Bảng 11. Ma trận so sánh cặp đôi**

Yếu tố	Hàng (i)	Mưa	Địa hình	Đất	Độ che phủ	Sử dụng đất
(Cột j)		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Mưa	(1)	1	7	5	3	4
Địa hình	(2)	1/7	1	3	2	4
Đất	(3)	1/5	1/3	1	1	2
Độ che phủ	(4)	1/3	1/2	1	1	3
Loại sử dụng đất	(5)	1/4	1/4	1/2	1/3	1
Tổng cột ( $\sum a_{ni}$ )		2,42	6,33	8,50	6,50	10,00

Nguồn: Tổng hợp từ phỏng vấn chuyên gia

**Bảng 12. Ma trận vector trọng số riêng của các yếu tố**

Yếu tố	Mưa	Địa hình	Đất	Độ che phủ	Loại sử dụng đất	Tổng hàng
$W_{ii}$	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
(1)	0,52	0,77	0,48	0,41	0,29	2,46
(2)	0,07	0,11	0,29	0,27	0,29	1,03
(3)	0,10	0,04	0,10	0,14	0,14	0,51
(4)	0,17	0,06	0,10	0,14	0,21	0,67
(5)	0,13	0,03	0,05	0,05	0,07	0,32
Tổng cột	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00

**Bảng 13. Trọng số của các yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn**

Yếu tố	Trọng số (%)
Mưa	49,22
Độ dốc	20,57
Đất	10,30
Độ che phủ bề mặt	13,48
Loại sử dụng đất	6,44
Tổng trọng số	100,00

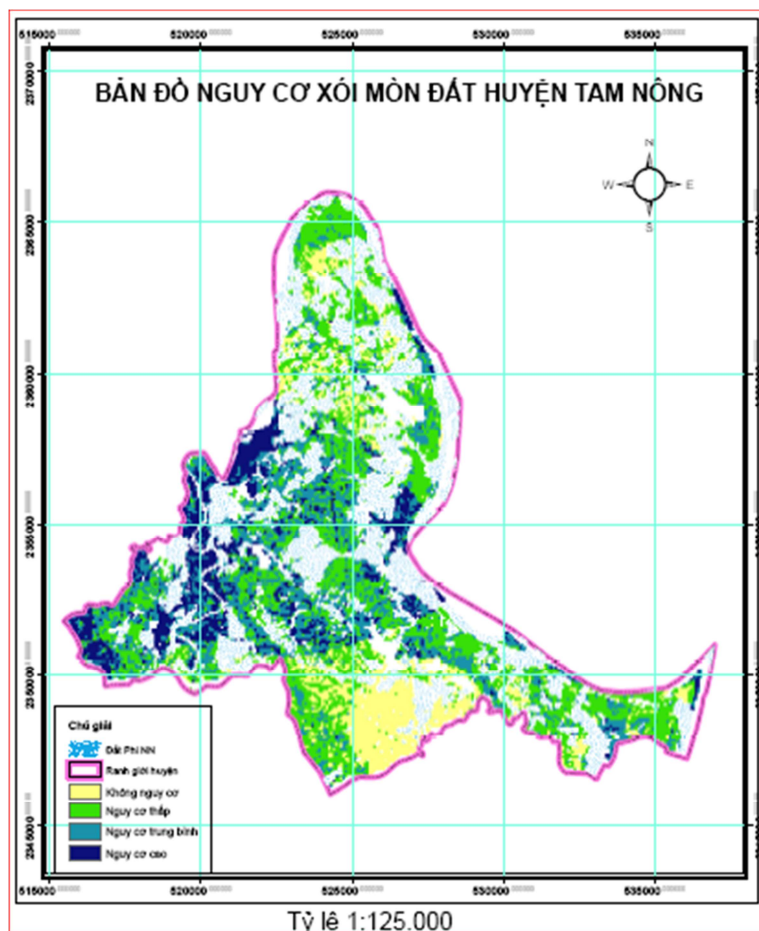
**Bảng 14. Các thông số theo AHP**

Thông số	Kết quả
Lambda max ( $\lambda_{max}$ )	5,3327
Số chỉ tiêu (n)	5
Chỉ số nhất quán (CI)	0,0832
Chỉ số ngẫu nhiên (RI)	1,1200
Tỷ số nhất quán (CR)	0,0743

**Bảng 15. Thống kê diện tích nguy cơ với xói mòn**

Cấp độ	Giá trị trên bản đồ	Phân hạng	Diện tích (ha)	Tỷ lệ %
1	100,01 - 183,50	Không nguy cơ	1.745,37	16,03
2	183,50 - 227,18	Nguy cơ thấp	4.418,66	40,58
3	227,18 - 260,19	Nguy cơ trung bình	3.074,07	28,23
4	260,19 - 347,60	Nguy cơ cao	1.650,78	15,16
Tổng			10.888,87	100,00

Thành lập bản đồ nguy cơ xói mòn đất nông nghiệp bằng kỹ thuật phân tích không gian của gis huyện Tam Nông tỉnh Phú Thọ



Hình 2. Bản đồ nguy cơ xói mòn đất huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ

Kết quả trong bảng 15 cho thấy, trên tổng diện tích đánh giá, diện tích không nguy cơ xói mòn chiếm tỷ lệ 16,03% tập trung ở khu vực bằng phẳng (đất lúa). Diện tích nguy cơ thấp chiếm tỷ lệ lớn 40,58% tập trung ở khu vực đất có độ che phủ cao, độ dốc từ 0 - 8 độ chủ yếu lâm nghiệp, cây ăn quả. Khu vực nguy cơ trung bình với xói mòn chiếm tỷ lệ 28,23% và nguy cơ cao chiếm tỷ lệ 15,16% tập trung chủ yếu ở khu vực có độ dốc > 8 độ, trồng cây hàng năm, cây ăn quả, đất lâm nghiệp. Trên địa bàn huyện Tam Nông, do ảnh hưởng của lượng mưa, độ dốc, độ che phủ, loại đất và loại sử dụng đất nên có gần 84% diện tích đất có nguy cơ xảy ra xói mòn. Mặc dù huyện Tam Nông, diện tích có độ dốc trên 15<sup>o</sup> chiếm tỷ lệ nhỏ nhưng có đến 1650,78 ha nguy cơ mạnh với xói mòn, vì vậy cần có phương thức sử dụng đất hợp lý để giảm thiểu xói mòn ở khu vực này.

### 3.2. Kiểm chứng kết quả nghiên cứu

Tiến hành điều tra thực địa với 40 điểm ngẫu nhiên (10 điểm/mức nguy cơ). Sử dụng GPS cầm tay, thu thập tọa độ điểm và các thuộc tính bao gồm loại sử dụng đất, độ che phủ thực vật (ước lượng), cấp độ dốc (ước lượng). Hai thuộc tính còn lại là lượng mưa và loại đất chiết xuất từ bản đồ.

Kết quả kiểm chứng cho thấy đối với các vị trí trên bản đồ xác định không nguy cơ với xói mòn thì trên thực địa là khu vực bằng phẳng, vùng trũng, chủ yếu là đất lúa. Trong 10 điểm kiểm tra ở mức nguy cơ thấp thì có 6 điểm ở khu vực bằng phẳng độ dốc từ 0 đến 3<sup>o</sup>, có 3 điểm nằm ở khu vực từ 3 đến 8<sup>o</sup>, 1 điểm nằm ở khu vực có độ dốc trên 8<sup>o</sup> và không có điểm nào ở độ dốc trên 15<sup>o</sup>.

Khu vực nguy cơ trung bình và nguy cơ mạnh, các điểm kiểm tra thực địa cho thấy đây chủ yếu là đất cây trồng hàng năm như ngô, sắn... có độ dốc 8 - 15° và độ che phủ ở mức trung bình và thấp.

Như vậy, bản đồ nguy cơ xói mòn thành lập bằng phương pháp phân tích đa chỉ tiêu đã thể hiện được nguy cơ xảy ra xói mòn mạnh, trung bình, thấp hoặc không có nguy cơ bị xói mòn trên địa bàn huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã ứng dụng viễn thám và GIS xây dựng được 5 bản đồ yếu tố tác động đến xói mòn đất huyện Tam Nông gồm: bản đồ lượng mưa trung bình, bản đồ loại đất, bản đồ độ dốc, bản đồ lớp phủ và bản đồ loại sử dụng đất.

Ứng dụng phương pháp đánh giá đa chỉ tiêu bằng AHP xác định được trọng số của các yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn. Trong 5 yếu tố ảnh hưởng đến xói mòn thì lượng mưa có tác động mạnh nhất với trọng số 49,22%; tiếp đến là độ dốc địa hình 20,57%; độ che phủ thực vật 13,48%; loại đất 10,30% và loại sử dụng đất 6,44%.

Sử dụng phương pháp phân tích không gian trong GIS thành lập được bản đồ nguy cơ xói mòn đất huyện Tam Nông tỉnh Phú Thọ. Trên tổng diện tích 10.888,87 ha, diện tích không nguy cơ xói mòn chiếm 16,03%, diện tích ít nguy cơ là 4.418,66 ha chiếm 40,58%, diện tích nguy cơ xói mòn là 3.074,07 ha chiếm 28,23%, có 1.650,78 ha nguy cơ xói mòn cao chiếm 15,16% tổng diện tích đánh giá. Kết quả kiểm chứng ngoài thực địa cho thấy bản đồ nguy cơ xói mòn

có độ tin cậy cao, phản ánh được thực trạng xói mòn tại địa bàn nghiên cứu.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Arulbalaji, P. and Gurugnanam, B. (2014). Evaluating the normalized difference vegetation index using Landsat data by ENVI in Salem district, Tamilnadu, India. *International Journal of Development Research*, 4(9): 1844-1846.
- Berrittella M., Certa A., Enea M. and Zito. P (2007). An Analytic Hierarchy Process for The Evaluation of Transport Policies to Reduce Climate Change Impacts. *The Fondazione Eni Enrico Mattei Note di Lavoro Series Index*: <http://www.feem.it/Feem/Pub/Publications/WPapers/default.htm>.
- Cục Thống kê tỉnh Phú Thọ (2016). Niên giám Thống kê tỉnh Phú Thọ 2015.
- Cục Thống kê tỉnh Phú Thọ (2011). Niên giám Thống kê tỉnh Phú Thọ 2010.
- Nguyễn Văn Dung và Trần Đức Viên (2005). Ảnh hưởng của mưa và một số phương thức sử dụng đất đến xói mòn đất và thu nhập của người dân ở vùng đất dốc Tân Minh - Đà Bắc - Hoà Bình. *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*, kỳ 1 tháng 12, tr. 36-38.
- Lê Thị Giang (2012). Nghiên cứu chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất sản xuất nông nghiệp huyện Sơn Động tỉnh Bắc Giang, Luận án tiến sỹ Quản lý đất đai, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.
- Renard K. G., Weesies G. A. and Foster G. R. (1997). RUSLE - A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation, Vol. 703, USDA Agricultural Handbook.
- Saaty, L.T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, New York, McGraw-Hill International.
- Trần Quốc Vinh (2012). Nghiên cứu sử dụng viễn thám và hệ thống thông tin địa lý đánh giá xói mòn đất huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ, Luận án Tiến sỹ Quản lý đất đai, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.
- Wischmeier W. H. and Smith D. D. (1978). Predicting rainfall Erosion lossesa guide to conservation planning, *Agriculture Handbook No. 537*.