

**BỘ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO      BỘ NÔNG NGHIỆP&PTNT**  
**VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM**  
-----

**TRẦN MINH CHÍNH**

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH MÔ HÌNH ĐỊNH LƯỢNG  
XÓI MÒN ĐẤT THÍCH HỢP CHO HỆ THỐNG CANH TÁC  
NÔNG NGHIỆP ĐIỂN HÌNH TRÊN ĐẤT ĐỐC**

**Chuyên ngành:** Kỹ thuật tài nguyên nước

**Mã số:** 9 58 02 12

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SỸ KỸ THUẬT**

**HÀ NỘI, NĂM 2021**

Công trình được hoàn thành tại:

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

Người hướng dẫn khoa học:

PGS.TS. Nguyễn Trọng Hà

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện

Họp tại Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

Địa chỉ : 171 Tây Sơn – Đống Đa – Hà Nội

vào hồi ... giờ, ngày .... tháng .... năm 2021.

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Hà Nội
- Thư viện Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

# MỞ ĐẦU

## 1. Tính cấp thiết của đề tài

Diện tích đất đồi núi (*đất dốc*) của Việt Nam chiếm 3/4 đất tự nhiên, đây là những loại đất khó khai thác, đặc biệt là khi đất bị bóc bỏ lớp thảm thực vật che phủ. Ở nhiều nơi trên nước ta, đặc biệt là vùng núi phía Bắc Việt Nam, do không có đất sản xuất nên nông dân vẫn canh tác có độ dốc lớn hơn  $15^0$  để làm sinh kế. Với độ dốc như vậy, cộng với thói quen canh tác hòa canh truyền thống thì xói mòn và rửa trôi đất gia tăng mạnh mẽ trong quá trình canh tác là khó tránh khỏi.

Trong nhiều năm qua, nghiên cứu hoạt động của xói mòn đất ở nước ta đã đạt được nhiều thành công đáng kể. Tuy nhiên, các nghiên cứu kể trên mới dừng ở quy mô thí nghiệm, thực nghiệm hay khảo nghiệm các mô hình canh tác trên đất dốc. Việc xây dựng các mô hình thí nghiệm, cần rất nhiều công sức và chi phí lớn về tài chính, thời gian, không gian, trong khi đã có rất nhiều mô hình được triển khai dự báo số liệu tương đối chính xác. Vì vậy việc sử dụng các mô hình đã có để kiểm định là bài toán tối ưu và mang lại kết quả mong muốn.

Mô hình là căn cứ để hoạch định chính sách, quy hoạch và phát triển sản xuất nông nghiệp bền vững trên đất dốc. Trong các mô hình dự báo, phương trình mất đất phổ dụng (USLE) đã được sử dụng phổ biến từ năm 1965, ngoài ra còn có các mô hình như mô hình của Morgan (MMF) (Morgan và nnk, 2008), mô hình Standford (Gregory, 1973), các mô hình sử dụng ở Châu Âu như EPIC, EUROSEM, PESERA (Bahrawi và nnk, 2016). Các mô hình đều có những ưu điểm và hạn chế riêng và sử dụng đặc thù cho mỗi vùng. Do đó, để việc áp dụng các mô hình cho các vùng khác nhau, cần các dữ liệu phù hợp cho từng vùng và các thực nghiệm để hiệu chỉnh các thông số của mô hình (Benavidez, 2018).

Trước các yêu cầu thực tiễn đó, đề tài “*Nghiên cứu xác định mô hình định lượng xói mòn đất thích hợp cho hệ thống canh tác nông nghiệp điển hình trên đất dốc*” trong điều kiện Miền núi phía Bắc Việt Nam là rất cần thiết.

## 2. Mục tiêu nghiên cứu

- Đánh giá các mô hình định lượng xói mòn đất, xác định nhân tố ảnh hưởng đến xói mòn đất và khả năng áp dụng trong điều kiện ở Việt Nam.

- Nghiên cứu đặc trưng của hệ thống canh tác nông nghiệp, phân bố độ che phủ mặt đất bởi cây trồng và phân bố lượng mưa để hiệu chỉnh hệ số xói mòn do cây trồng (C) phù hợp với hệ thống canh tác nông nghiệp điển hình trên đất dốc vùng đồi núi phía Bắc Việt Nam.

- Đánh giá và đề xuất mô hình dự báo xói mòn đất phù hợp với hệ thống canh tác nông nghiệp trên đất dốc vùng đồi núi phía Bắc Việt Nam.

### **3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn**

- *Ý nghĩa khoa học:*

Bằng việc tiến hành nghiên cứu áp dụng các mô hình định lượng xói mòn đất cho các hệ thống nông nghiệp trên đất dốc của thế giới trong điều kiện Việt Nam, sử dụng các nghiên cứu thí nghiệm, mô hình dự báo đã thực hiện ở Việt Nam để nghiên cứu và hiệu chỉnh mô hình từ đó lựa chọn và hoàn thiện mô hình dự báo xói mòn đất phù hợp cho vùng đồi núi phía Bắc của nước ta.

Đề xuất các phương pháp tính toán cụ thể để áp dụng mô hình một cách thích hợp cho mô hình canh tác nông nghiệp điển hình trên sườn dốc của miền núi phía Bắc của nước ta.

Hoàn thiện các phương pháp tính toán, các phương pháp xác định các tham số của mô hình định lượng xói mòn đất cho các mô hình canh tác nông nghiệp điển hình trên đất dốc, đưa ra các cơ sở khoa học của việc quản lý sản xuất nông nghiệp bền vững bằng biện pháp công trình, phi công trình hay kết hợp.

- *Ý nghĩa thực tiễn:*

Đã đưa ra phương pháp hiệu chỉnh hệ số xói mòn do cây trồng C và mô hình dự báo xói mòn đất phù hợp cho vùng đồi núi phía Bắc nước ta.

Dự báo chính xác hơn so với cách áp dụng thông thường hiện nay. Việc dự báo lượng đất mất do xói mòn và phân tích các yếu tố tác động lên xói mòn đất tại các điểm thí nghiệm xói mòn đất sẽ là cơ sở để đưa ra kỹ thuật canh tác, làm đất phù hợp nhằm giảm thiểu xói mòn đất.

### **4. Những đóng góp mới**

- Đã hiệu chỉnh hệ số xói mòn do cây trồng (C) dựa trên phân bố độ che phủ cây trồng, lượng mưa và kỹ thuật tác động vào đất phù hợp với điều kiện canh tác khu vực đồi núi phía Bắc nước ta.

- Đã kiểm định các mô hình dự báo xói mòn và hệ số xói mòn do cây trồng (C) thông thường và hiệu chỉnh, dựa vào kết quả kiểm định đã đưa ra mô hình dự báo xói mòn đất phù hợp cho vùng đồi núi phía Bắc Việt Nam.

## **CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU**

### **1.1. Xói mòn đất và các nhân tố ảnh hưởng đến xói mòn đất**

Có nhiều định nghĩa về xói mòn đất, trong luận án này sử dụng định nghĩa của tác giả Nguyễn Quang Mỹ (2005): Xói mòn đất (Soil Erosion) là quá trình phá hủy lớp thổ nhưỡng (bao gồm phá hủy các thành phần cơ, lý, hóa, chất dinh dưỡng v.v... của đất) dưới tác động của các nhân tố tự nhiên và nhân sinh, làm giảm độ phì của đất, gây ra bạc màu, thoái hóa đất, laterit hóa, trơ sỏi đá,... ảnh hưởng trực tiếp đến sự sống và phát triển của thảm thực vật rừng, thảm cây trồng khác.

#### **1.1.1. Ảnh hưởng của các nhân tố khí hậu đến xói mòn đất**

Xói mòn trên sườn dốc chủ yếu do tác động của giọt mưa và dòng chảy bề mặt gây ra. Xói mòn chịu tác động của các yếu tố khí hậu như là: tổng lượng mưa và tính chất của mưa, thời gian và cường độ mưa... Quá trình xói mòn càng xảy ra mạnh khi bề mặt đất bị cày xới hay đốt bỏ lớp phủ thực vật. Tác động của mưa đến xói mòn chia làm 3 pha: (i) tách các hạt đất ra khỏi khối đất; (ii) di chuyển các hạt đất; và (iii) lắng đọng. (Ellison, 1947)

#### **1.1.2. Ảnh hưởng của địa hình đến xói mòn đất**

Địa hình cũng là nhân tố tự nhiên ảnh hưởng lớn đến xói mòn đất. Nếu xét trên diện rộng, địa hình có tác dụng làm thay đổi sự phân bố nhiệt và lượng mưa. Các yếu tố địa hình như độ dốc, chiều dài sườn dốc, hình dạng (lồi, lõm, thẳng, bậc thang,...) mức độ chia cắt ngang của địa hình ảnh hưởng trực tiếp đến xói mòn đất.

#### **1.1.3. Ảnh hưởng của lớp phủ thực vật đến xói mòn đất**

Lớp phủ thực vật có ảnh hưởng lớn đến quá trình xói mòn đất. Nếu độ dày lớp phủ thực vật càng tăng thì quá trình xói mòn càng giảm. Vai trò chống xói mòn của lớp phủ thực vật phụ thuộc vào tuổi và độ che phủ của nó. Thực vật có khả năng bảo vệ đất chống xói mòn qua việc làm giảm ảnh hưởng của hạt mưa xuống mặt đất bởi tán lá và làm cho

nước có khả năng chảy xuống đến 50÷60% theo chiều thẳng đứng của bộ rễ.

#### **1.1.4. Ảnh hưởng của loại đất đến quá trình xói mòn đất**

Đất là đối tượng bị mưa và dòng chảy mặt phá hủy, bởi vậy sự phát triển của xói mòn phụ thuộc vào tính chất và trạng thái của đất. Những yếu tố chính của đất ảnh hưởng đến xói mòn đất là thành phần cơ giới, cấu trúc và độ thấm nước cũng như hàm lượng mùn trong đất.

### **1.2. Xói mòn là tác nhân hạn chế sản xuất nông nghiệp bền vững trên đất dốc.**

#### **1.2.1. Xói mòn làm mất đất canh tác**

Intosh (1980) đã chỉ ra những nhân tố kiềm chế sự phát triển sản xuất hoa màu trên đất dốc. Sự mất độ phì nhanh chóng là biểu hiện rõ nhất, thường đất khai hoang đưa vào sản xuất sau 2 ÷ 3 năm thì mất độ phì vốn có và mất khả năng sản xuất.

#### **1.2.2. Xói mòn làm mất dinh dưỡng đất**

Nếu trung bình hàng năm 1 ha bị mất 10 tấn đất thì lượng dinh dưỡng đa lượng mất đi của 20 triệu ha đất dốc tại nước ta tương đương 634.000 ÷ 1.505.000 tấn urê; 278.000 tấn ÷ 3.967.000 tấn supe lân và 200.000 ÷ 610.000 tấn clorua kali, ước tính 6.445 tỉ đồng, đó là chưa kể đến lượng tổn thất chất hữu cơ và các nguyên tố vi lượng khác (Nguyễn Trọng Hà, 1996).

### **1.3. Nghiên cứu xói mòn trên thế giới.**

Trên thế giới việc nghiên cứu xói mòn được nghiên cứu từ rất sớm, chủ yếu dựa trên 3 phương pháp nghiên cứu: Thí nghiệm tại hiện trường, thí nghiệm trong phòng, thí nghiệm kết hợp.

Những thực nghiệm đầu tiên nhằm xác định xói mòn đất về mặt định lượng được tiến hành tại bang Utah, Mỹ vào năm 1915. Ngay sau đó, Miller, 1923 đã tiến hành những thực nghiệm ngoài thực địa ở bang Missouri. Bennett (1993) đã lập một mạng lưới gồm 10 trạm thực nghiệm chống xói mòn vào các năm 1928 đến 1933. Công trình nghiên cứu đầu tiên về tác động cơ học của hạt mưa vào đất được Ellison tiến hành vào năm 1944 (Zakharov, 1981).

Xói mòn đất đã được các nhà khoa học thế kỷ 20 nghiên cứu thực nghiệm và khái quát hóa thành công thức toán học như: phương trình xói mòn đất của Horton (1945), phương trình mất đất của Musgrave (1947), phương trình phá hủy kết cấu hạt mưa của Ellison (Dẫn theo

Ellison, 1958); phương trình mất đất phổ dụng USLE của Wischmeier và Smith (1978); mô hình bồi lắng bùn cát Standford (Gregory, 1973), mô hình như mô hình của Morgan (MMF) (Morgan và nnk, 2008), các mô hình sử dụng ở Châu Âu như EPIC, EUROSEM, PESERA (Bahrawi và nnk, 2016),...

#### **1.4. Nghiên cứu xói mòn ở Việt Nam**

Lịch sử nghiên cứu đất đai ở Việt Nam có từ hàng trăm năm nay nhưng công tác nghiên cứu về xói mòn đất mới có từ hơn 5 thập kỷ gần đây. Theo Nguyễn Quang Mỹ (2005), có thể chia quá trình nghiên cứu xói mòn đất ở Việt Nam thành 3 giai đoạn:

- Giai đoạn trước năm 1954: Chủ yếu các công trình chống xói mòn đất được xây dựng từ kinh nghiệm sản xuất của người nông dân như dựng các công trình trên đất dốc bằng gỗ chắn, xây dựng ruộng bậc thang của cộng đồng dân cư dân tộc H'Mông, Dao...ở vùng Đông Bắc và Tây Bắc Việt Nam

- Giai đoạn từ 1954-1975: Các nghiên cứu về xói mòn đất bắt đầu vào những năm 1960, thời kỳ miền Bắc xây dựng xã hội chủ nghĩa. Năm 1963, nghiên cứu xói mòn khu vực đã được tiến hành, một số nhà khoa học đứng đầu là Tôn Gia Huyền đã công bố các nghiên cứu về xói mòn đất ở Tây Bắc. Trong thời kỳ này, một số công trình của nhiều tác giả (Nguyễn Quang Mỹ, 2005,...). Nhìn chung, các công trình đã giải quyết được nhiều vấn đề nghiên cứu về xói mòn đất, các biện pháp chống xói mòn đất, tuy nhiên tính định lượng chưa cao.

- Giai đoạn từ sau năm 1975: Trong giai đoạn này, một số trạm quan trắc nghiên cứu chống xói mòn đất đã được xây dựng như: trạm nghiên cứu xói mòn đất khu vực Tây Nguyên đặt tại tỉnh Gia Lai xây dựng năm 1976, trạm nghiên cứu xói mòn đất tại tỉnh Thái Nguyên, trạm nghiên cứu xói mòn đất tại Hữu Lũng, Lạng Sơn và trạm nghiên cứu xói mòn đất Ekmat (Buôn Ma Thuột). Nhiều tác giả khác nhau đã nghiên cứu xói mòn đất theo các nhóm như: (i) Nghiên cứu về những nhân tố hoạt động của xói mòn đất; (ii) Nghiên cứu về phương pháp chống xói mòn đất; (iii) Nghiên cứu xói mòn đất bằng mô hình toán; (iv) Nghiên cứu về phân vùng xói mòn đất; (v) Nghiên cứu xói mòn đất bằng ứng dụng ảnh viễn thám và GIS.

#### **1.5. Các phương pháp nghiên cứu định lượng xói mòn đất**

##### ***1.5.1. Các phương pháp thực nghiệm***

Các giải pháp thực nghiệm bao gồm: (i) Thí nghiệm hiện trường; (ii) Thí nghiệm trong phòng; (iii) Thí nghiệm kết hợp

Những năm gần đây, việc sử dụng kết hợp giữa thí nghiệm hiện trường và mô phỏng mưa ngày càng nhiều.

### ***1.5.2. Phương pháp mô hình định lượng xói mòn đất***

Một số phương trình định lượng được sử dụng rộng rãi: (i) Mô hình định lượng (là mô hình đơn giản, hay gọi là mô hình “hộp đen”); (ii) Mô hình phương trình mất đất phổ dụng (USLE); (iii) Mô hình Stehlík; (iv) Mô hình Morgan và Finney (MMF).

## **1.6. Tổng quan hệ thống cây trồng vùng trung du miền núi phía Bắc Việt Nam**

Vùng Trung du miền núi phía Bắc với tổng diện tích tự nhiên là 95.270 km<sup>2</sup> (chiếm 28,79% diện tích cả nước), dân số 12,5 triệu người với trên 30 dân tộc cùng sinh sống.

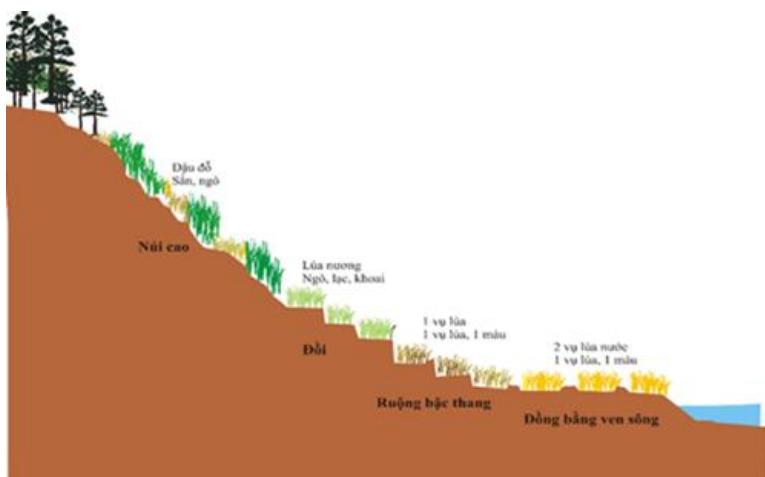
### ***1.6.1. Hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp***

Mặc dù điều kiện địa hình đồi núi nhưng đất trồng cây hàng năm chiếm 17,11% so với diện tích toàn vùng (toàn quốc là 21,04%), trong đó đất trồng lúa chiếm 6,09% (so với toàn quốc là 12,46%) và đất trồng cây hàng năm khác (ngô, khoai, sắn, lạc, đậu đỗ,...) chiếm 11,2% (so với toàn quốc là 8,58%).

### ***1.6.2. Phân bố cây trồng theo điều kiện địa hình***

Ở vùng đồi núi phía Bắc, trên một sườn đồi, phân bố cây trồng phụ thuộc vào phân bố lượng mưa, nguồn nước tưới và điều kiện địa hình. Các vùng ven sông, suối có nguồn nước tưới thường trồng chuyên lúa nước hoặc luân canh lúa - màu. Các vùng cao hơn thường được bố trí các cây trồng có nhu cầu nước ít hơn như lúa nương, sắn, ngô, đậu đỗ, cây ăn quả, các mô hình nông lâm kết hợp,...(Hình 1.1).





Hình 1.1: Đặc trưng bố trí các cây trồng theo đặc điểm địa hình, nguồn nước ở vùng núi phía Bắc Việt Nam

## **CHƯƠNG 2. NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Cơ sở lý thuyết của các vấn đề nghiên cứu**

#### **2.1.1. Cơ sở lý thuyết về các nguyên nhân gây xói mòn đất**

Các nghiên cứu về nguyên nhân xói mòn trên thế giới đều thống nhất cho rằng có hai nhóm nguyên nhân chính là do tự nhiên và con người. Tác động của xói mòn tự nhiên là do 5 yếu tố chính: Khí hậu (chủ yếu là nhiệt độ, nước, thực vật; đá mẹ, địa hình và thời gian). Trong các hoạt động của mình con người tác động đến thế giới tự nhiên theo hai hướng tích cực và tiêu cực, các hoạt động này có thể là nguyên nhân trực tiếp hay gián tiếp tác động lên xói mòn.

#### **2.1.2. Cơ sở lý thuyết về mô hình định lượng xói mòn đất**

Dựa vào cơ sở lý luận và thực tế áp dụng tại Việt Nam, nghiên cứu này lựa chọn hai mô hình là mô hình mất đất phổ dụng (USLE) và mô hình Morgan – Finney (MMF). Hai mô hình này sử dụng các thông số có thể xác định thông qua đo đạc thực nghiệm, tính toán từ số liệu đo đạc (mưa, độ che phủ...) và có thể xác định dễ dàng trong điều kiện ở nước ta. Đặc điểm của mô hình Morgan là có kể đến lượng đất xói mòn trên sườn dốc do dòng chảy gây nên, phương pháp này có xu hướng khắc phục hạn chế của mô hình USLE.

#### **2.1.3. Cơ sở lý thuyết về hiệu chỉnh mô hình định lượng xói mòn đất**

Các mô hình được xây dựng từ các thực nghiệm cho những vùng nhất định. Trên cơ sở các số liệu đo đạc thực nghiệm, nghiên cứu này sẽ hiệu chỉnh hệ số xói mòn do cây trồng (C) và áp dụng hệ số hiệu chỉnh cho mô hình mất đất phổ dụng USLE và mô hình MMF để kiểm định.

### **2.2. Cách tiếp cận nghiên cứu**

#### **2.2.1. Tiếp cận thí nghiệm**

Cách tiếp cận này dựa vào các ô thí nghiệm chuẩn quan trắc lượng đất xói mòn hàng năm và đo đạc, quan trắc các thông số như độ che phủ, lượng mưa, độ dốc, chiều dài sườn dốc, tính chất lý hóa học của đất,... để làm cơ sở hiệu chỉnh các thông số của các mô hình dự báo xói mòn đất.

#### **2.2.2. Tiếp cận kế thừa**

Việc hiệu chỉnh mô hình cần càng nhiều các số liệu thực nghiệm càng làm tăng độ tin cậy của giá trị hiệu chỉnh mô hình. Do đó, ngoài số liệu thực nghiệm sẽ kế thừa các số liệu thực nghiệm của các nghiên cứu đã thực hiện trong phạm vi vùng nghiên cứu.

### 2.2.3. Tiếp cận mô hình định lượng

Cách tiếp cận này dựa trên cơ sở sử dụng mô hình để định lượng các tác nhân gây xói mòn đất, để từ đó có thể áp dụng cho các khu vực có điều kiện tương tự.

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu

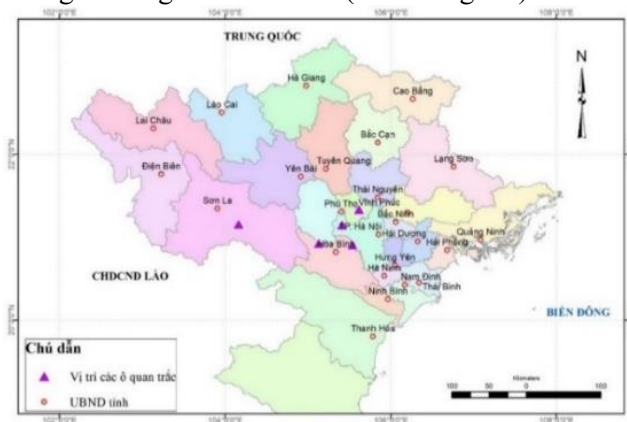
### 2.3.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Để đánh giá diễn biến các yếu tố thảm thực vật theo phương thức canh tác khác nhau phục vụ hiệu chỉnh hệ số C, nghiên cứu này lựa chọn 3 điểm bố trí quan trắc xói mòn tại Cò Nòi, Mai Sơn La.

Bố trí 3 ô quan trắc xói mòn đất với 9 lần quan trắc tại Cò Nòi, Mai Sơn, Sơn La có tọa độ địa lý là  $104^{\circ}9'57''\text{E}$  và  $21^{\circ}9'41''\text{N}$  trong 3 năm từ năm 2015-2017 với các loại cây trồng chính là ngô và đậu nho nhe, kích thước ô quan trắc là 5 x 20 m. Hồ hứng đất thực hiện theo rãnh (rộng 80cm x sâu 70cm x dài 4m).

### 2.3.2. Phương pháp kế thừa, thu thập số liệu

Nghiên cứu này lựa chọn 5 điểm thí nghiệm (hình 2.1) xói mòn đất hiện trường với 39 ô quan trắc, trong đó điểm quan trắc Cò Nòi, Mai Sơn, Sơn La được nghiên cứu này xây dựng mới Còn lại 4 điểm được kế thừa các công trình nghiên cứu khác (xem Bảng 2.1).



Hình 2.1: Vị trí các điểm thiết lập ô quan trắc xói mòn đất

Ngoài ra, còn thu thập, kế thừa số liệu mưa tại các trạm khí tượng lân cận bao gồm: trạm Cò Nòi (Năm 2015, 2016, 2018), trạm Hòa Bình

(Năm 2000), trạm Vĩnh Yên (2000, 2001, 2002), Trạm Xuân Mai, trạm Hòa Bình, trạm Ba Vì (1992,1993,1994,1995).

**Bảng 2.1: Thông tin các ô quan trắc dùng để kiểm định**

| STT | Tên điểm                             | Ký hiệu     | Tọa độ                                              | Kích thước ô thí nghiệm | Cây trồng                                                          | Nguồn tham khảo               |
|-----|--------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1   | Bản Tát, Tân Minh, Đà Bắc, Hoà Bình. | BT-TM-ĐB-HB | 105 <sup>0</sup> 11'92"E<br>20 <sup>0</sup> 11'92"N | Ô kích thước 20 x 5 m   | Lúa nương, sắn                                                     | Nguyễn Văn Dũng và nnk, 2008  |
| 2   | Thị xã Vĩnh Yên, Vĩnh Phúc.          | TX VY-VP    | 105 <sup>0</sup> 37'54"E<br>21 <sup>0</sup> 18'08"N | Ô kích thước 20 x 5 m   | Sắn; Sử dụng bìm bịp trong thời gian bỏ hóa                        | Kiyoshi Kurosawa và nnk, 2009 |
| 3   | Hòa Sơn, Lương Sơn, Hòa Bình.        | HS-LS-HB    | 105 <sup>0</sup> 42'2"E<br>20 <sup>0</sup> 47'1"N   | Ô kích thước 20 x 5 m   | Đậu đen, ngô, lạc, sắn; Sử dụng đậu hồng đào làm băng cây          | Nguyễn Trọng Hà, 1996         |
| 4   | Thụy An, Ba Vì, Hà Nội.              | TA-BV       | 105 <sup>0</sup> 28'12"E<br>21 <sup>0</sup> 3'24"N  | Ô kích thước 20 x 5 m   | Lạc, đậu tương, khoai lang, sắn; Sử dụng đậu hồng đào làm băng cây | Nguyễn Trọng Hà, 1996         |

### 2.3.3. Phương pháp sử dụng mô hình định lượng

#### 2.3.3.1. Mô hình phương trình mất đất phổ dụng USLE

Sử dụng phương trình mất đất phổ dụng (USLE) để hiệu chỉnh hệ số xói mòn do thảm thực vật (C).

#### 2.3.3.2. Mô hình Morgan-Morgan và Finney (MMF)

Mô hình Morgan-Morgan và Finney (MMF) được sử dụng để kiểm định hệ số xói mòn do cây trồng (C) trước và sau hiệu chỉnh. Kết quả dự báo của mô hình MMF cũng được so sánh với kết quả dự báo của mô hình USLE để đề xuất mô hình định lượng xói mòn đất phù hợp.

#### 2.3.4. Phương pháp hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Các chỉ số đánh giá sai số giữa mô hình dự báo và kết quả đo thực tế tại các ô quan trắc xói mòn là hệ số tương quan R và sai số trung bình bình phương (RMSE - Root Mean Square Error). Các giá trị được tính theo công thức sau:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (F_i - \bar{F})(O_i - \bar{O})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (F_i - \bar{F})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2}}; \quad RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2}$$

Trong đó:  $F_i$  và  $O_i$  tương ứng là giá trị mô hình và giá trị quan trắc của một biến nào đó (lượng đất mất);  $i=1,2,\dots, N$ ;  $N$  là dung lượng mẫu.

## CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Hiệu chỉnh hệ số xói mòn do cây trồng (C)

#### 3.1.1. Lựa chọn phương pháp hiệu chỉnh hệ số cây trồng C trong đánh giá xói mòn đất

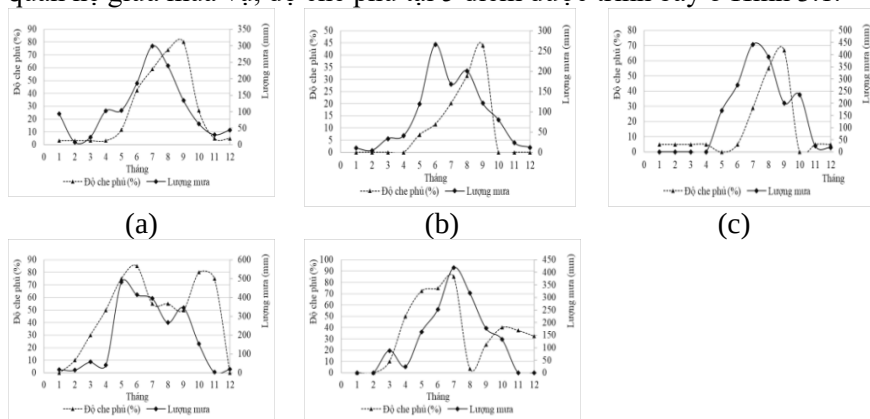
Nghiên cứu này sử dụng phương pháp thực nghiệm, trên cơ sở các ô quan trắc xói mòn được thiết lập và kế thừa các kết quả nghiên cứu đã có để tính toán hệ số C hiệu chỉnh. Trên cơ sở giá trị tính toán từ thực nghiệm sẽ hiệu chỉnh hệ số C bằng cách kết hợp các phương pháp của Wischmeier và Smith (1981), Morgan (2005) và Stone và Hilborn (2000). Theo đó, việc hiệu chỉnh hệ số C sẽ kết hợp giữa lịch thời vụ canh tác, độ che phủ của tán cây, lượng mưa và các kỹ thuật tác động vào đất.

Sử dụng mô hình mất đất phổ dụng (USLE) để xác định hệ số cây trồng C phù hợp cho điều kiện canh tác nông nghiệp vùng núi phía Bắc nước ta. Mô hình Morgan và Finney (MMF) sử dụng hệ số xói mòn do cây trồng (C) và hệ số biện pháp quản lý (P) của mô hình mất đất phổ dụng (USLE) nên sau khi hiệu chỉnh hệ số C sẽ sử dụng kết quả dự báo của cả hai mô hình USLE và MMF để kiểm định hệ số C hiệu chỉnh.

#### 3.1.2. Hiệu chỉnh hệ số cây trồng (C) cho vùng đồi núi phía Bắc Việt Nam

##### 3.1.2.1. Đặc trưng về mối quan hệ giữa mùa vụ, độ che phủ và lượng mưa vùng núi phía Bắc Việt Nam

Tổng hợp số liệu từ các ô quan trắc xói mòn đất và phân tích mối quan hệ giữa mùa vụ, độ che phủ tại 5 điểm được trình bày ở Hình 3.1.



(d)

(e)

Hình 3.1: Phân bố độ che phủ tán cây và lượng mưa theo tháng tại các ô quan trắc xói mòn đất.

*Ghi chú:* a) Phương thức trồng ngô xen đậu nho nhe tại Cò Nòi, Mai Sơn, Sơn La; b) Phương thức trồng sắn tại Thị xã Vĩnh Yên, Vĩnh Phúc; c) Bản Tát, Tân Minh, Đà Bắc, Hòa Bình; d) Thụy An, Ba Vì, Hà Nội và e) Hòa Sơn, Lương Sơn, Hòa Bình.

Sơ đồ biểu diễn độ che phủ thảm thực vật và lượng mưa theo các tháng trong năm của phương thức canh tác ở Hình 3.1 cho thấy: Ở các điểm ở Cò Nòi, Vĩnh Yên và Bản Tát có đỉnh lượng mưa xuất hiện vào giai đoạn tháng 5 đến tháng 7, trong khi đỉnh của độ che phủ xuất hiện muộn hơn vào tháng 8 đến tháng 10. Trong khi đó, tại điểm quan trắc ở Thụy An và Hòa Sơn đỉnh độ che phủ khá tương đồng với đỉnh lượng mưa.

### 3.1.2.2. Hiệu chỉnh hệ số $C$ phù hợp cho vùng đồi núi phía Bắc Việt Nam

- *Xác định hệ số  $C$  từ các thông số của mô hình xói mòn*

Trên cơ sở kết quả xác định các hệ số xói mòn  $R$ ,  $K$ ,  $LS$ ,  $P$  và lượng đất đo được ở các ô quan trắc xói mòn (tổng hợp ở Bảng 3.5) tiến hành xác định hệ số xói mòn do cây trồng  $C$ , ở đây sẽ đặt giả định là  $C_h$  theo công thức:  $C_h = \frac{A}{R \cdot K \cdot LS \cdot P}$ . Kết quả xác định hệ số  $C_h$  và hệ số  $C$  tra theo bảng của Hội Khoa học Đất quốc tế được trình bày ở Bảng 3.5.

So sánh giá trị hệ số  $C_h$  tính toán từ các ô quan trắc với 39 lần thí nghiệm với hệ số  $C$  tra từ bảng của Hội Khoa học Đất quốc tế cho thấy có sự chênh lệch lớn, hệ số  $C$  tra từ bảng cao hơn hệ số  $C_h$  tính toán từ các ô quan trắc xói mòn từ 1,32 đến 20,0 lần, trung bình 6,07 lần. Sự chênh lệch lớn này sẽ dẫn đến sai số so với thực tế trong dự báo, đánh giá xói mòn đất.

Bảng 3.1: Kết quả xác định hệ số  $C_h$  dựa vào các thông số đo và tính toán tại các ô quan trắc xói mòn

| STT | Tên điểm            | Năm  | Hệ số $R$ | Hệ số $K$ | Hệ số $LS$ | Hệ số $P$ | $A$<br>(tấn/ha/năm) | Hệ số $C_h$ | Hệ số $C$ tra bảng |               |
|-----|---------------------|------|-----------|-----------|------------|-----------|---------------------|-------------|--------------------|---------------|
|     |                     |      |           |           |            |           |                     |             | Giá trị            | Tỷ lệ $C/C_h$ |
| 1   | CN-MS-SL<br>(CT T3) | 2017 | 603,44    | 0,44      | 5,72       | 0,14      | 14,56               | 0,069       | 0,24               | 3,48          |
| 2   | CN-MS-SL<br>(CT T3) | 2016 | 725,88    | 0,44      | 5,72       | 0,14      | 18,34               | 0,072       | 0,24               | 3,33          |
| 3   | CN-MS-SL            | 2015 | 676,86    | 0,44      | 5,72       | 0,14      | 15,45               | 0,065       | 0,24               | 3,69          |

| STT | Tên điểm                | Năm  | Hệ số R | Hệ số K | Hệ số LS | Hệ số P | A<br>(tần/<br>ha/<br>năm) | Hệ số C <sub>h</sub> | Hệ số C tra<br>bảng |                        |
|-----|-------------------------|------|---------|---------|----------|---------|---------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
|     |                         |      |         |         |          |         |                           |                      | Giá trị             | Tỷ lệ C/C <sub>h</sub> |
|     | (CT T3)                 |      |         |         |          |         |                           |                      |                     |                        |
| 4   | CN-MS-SL<br>(CT T2)     | 2017 | 603,44  | 0,44    | 10,10    | 0,14    | 21,56                     | 0,057                | 0,24                | 4,21                   |
| 5   | CN-MS-SL<br>(CT T2)     | 2016 | 725,88  | 0,44    | 10,10    | 0,14    | 27,54                     | 0,061                | 0,24                | 3,93                   |
| 6   | CN-MS-SL<br>(CT T2)     | 2015 | 676,86  | 0,44    | 10,10    | 0,14    | 20,45                     | 0,049                | 0,24                | 4,90                   |
| 7   | CN-MS-SL<br>(CT T1)     | 2017 | 603,44  | 0,17    | 8,20     | 1,00    | 57,45                     | 0,069                | 0,24                | 3,48                   |
| 8   | CN-MS-SL<br>(CT T1)     | 2016 | 725,88  | 0,17    | 8,20     | 1,00    | 64,45                     | 0,064                | 0,24                | 3,75                   |
| 9   | CN-MS-SL<br>(CT T1)     | 2015 | 676,86  | 0,17    | 8,20     | 1,00    | 50,75                     | 0,054                | 0,24                | 4,44                   |
| 10  | BT, TM, ĐB,<br>HB (Ô 1) | 2000 | 602,16  | 0,17    | 12,22    | 0,50    | 8,00                      | 0,013                | 0,24                | 18,46                  |
| 11  | BT, TM, ĐB,<br>HB (Ô 2) | 2000 | 602,16  | 0,17    | 12,96    | 0,50    | 8,00                      | 0,012                | 0,24                | 20,00                  |
| 12  | BT, TM, ĐB,<br>HB (Ô 3) | 2000 | 602,16  | 0,17    | 8,84     | 0,50    | 13,00                     | 0,029                | 0,24                | 8,28                   |
| 13  | BT, TM, ĐB,<br>HB (Ô 4) | 2000 | 602,16  | 0,17    | 12,22    | 0,50    | 16,00                     | 0,026                | 0,24                | 9,23                   |
| 14  | BT, TM, ĐB,<br>HB (Ô 5) | 2000 | 602,16  | 0,17    | 9,80     | 0,50    | 25,60                     | 0,052                | 0,24                | 4,62                   |
| 15  | TX VY-VP<br>(Ô 6)       | 2000 | 445,44  | 0,44    | 0,80     | 0,50    | 25,60                     | 0,327                | 0,78                | 2,39                   |
| 16  | TX VY-VP<br>(Ô 6)       | 2002 | 611,57  | 0,44    | 0,80     | 0,50    | 43,90                     | 0,409                | 0,78                | 1,91                   |
| 17  | TX VY-VP<br>(Ô 8)       | 2000 | 445,44  | 0,44    | 1,87     | 0,50    | 59,50                     | 0,325                | 0,43                | 1,32                   |
| 18  | TX VY-VP<br>(Ô 8)       | 2001 | 544,68  | 0,44    | 1,87     | 0,50    | 17,60                     | 0,079                | 0,43                | 5,44                   |
| 19  | TX VY-VP<br>(Ô 10)      | 2002 | 611,57  | 0,44    | 1,87     | 0,50    | 46,00                     | 0,183                | 0,43                | 2,35                   |
| 20  | HS-XM<br>(CT T1)        | 1993 | 622,09  | 0,15    | 8,46     | 0,95    | 35,91                     | 0,048                | 0,24                | 5,00                   |
| 21  | HS-XM<br>(CT T1)        | 1994 | 803,29  | 0,15    | 8,46     | 0,95    | 20,77                     | 0,021                | 0,24                | 11,43                  |
| 22  | HS-XM<br>(CT T1)        | 1995 | 472,69  | 0,15    | 8,46     | 0,95    | 16,13                     | 0,028                | 0,09                | 3,21                   |
| 23  | HS-XM                   | 1993 | 622,09  | 0,15    | 8,46     | 0,14    | 5,03                      | 0,046                | 0,24                | 5,22                   |

| STT | Tên điểm         | Năm  | Hệ số R | Hệ số K | Hệ số LS | Hệ số P | A<br>(tấn/ha/năm) | Hệ số C <sub>h</sub> | Hệ số C tra bảng |                        |
|-----|------------------|------|---------|---------|----------|---------|-------------------|----------------------|------------------|------------------------|
|     |                  |      |         |         |          |         |                   |                      | Giá trị          | Tỷ lệ C/C <sub>h</sub> |
|     | (CT T2)          |      |         |         |          |         |                   |                      |                  |                        |
| 24  | HS-XM<br>(CT T2) | 1994 | 803,29  | 0,15    | 8,46     | 0,14    | 14,84             | 0,104                | 0,24             | 2,31                   |
| 25  | HS-XM<br>(CT T2) | 1995 | 472,69  | 0,15    | 8,46     | 0,50    | 12,43             | 0,041                | 0,09             | 2,20                   |
| 26  | HS-XM<br>(CT T4) | 1993 | 622,09  | 0,15    | 8,46     | 0,50    | 4,68              | 0,012                | 0,09             | 7,50                   |
| 27  | HS-XM<br>(CT T4) | 1994 | 803,29  | 0,15    | 8,46     | 0,50    | 14,21             | 0,028                | 0,12             | 4,29                   |
| 28  | HS-XM<br>(CT T4) | 1995 | 472,69  | 0,15    | 8,46     | 0,50    | 10,26             | 0,034                | 0,09             | 2,65                   |
| 29  | HS-XM<br>(CT T5) | 1993 | 422,09  | 0,15    | 8,46     | 0,50    | 2,81              | 0,011                | 0,09             | 8,18                   |
| 30  | HS-XM<br>(CT T5) | 1994 | 803,29  | 0,15    | 8,46     | 0,50    | 14,21             | 0,028                | 0,12             | 4,29                   |
| 31  | HS-XM<br>(CT T5) | 1995 | 472,69  | 0,15    | 8,46     | 0,50    | 16,69             | 0,056                | 0,09             | 1,61                   |
| 32  | TA-BV<br>(CT T2) | 1992 | 396,22  | 0,31    | 0,63     | 0,95    | 0,83              | 0,011                | 0,09             | 8,18                   |
| 33  | TA-BV<br>(CT T2) | 1993 | 854,44  | 0,31    | 0,63     | 0,95    | 2,08              | 0,013                | 0,12             | 9,23                   |
| 34  | TA-BV<br>(CT T2) | 1994 | 902,14  | 0,31    | 0,63     | 0,95    | 3,35              | 0,020                | 0,12             | 6,00                   |
| 35  | TA-BV<br>(CT T3) | 1992 | 596,22  | 0,31    | 0,63     | 0,50    | 0,99              | 0,017                | 0,09             | 5,29                   |
| 36  | TA-BV<br>(CT T3) | 1993 | 854,44  | 0,31    | 0,63     | 0,50    | 0,63              | 0,008                | 0,12             | 15,00                  |
| 37  | TA-BV<br>(CT T3) | 1994 | 902,14  | 0,31    | 0,63     | 0,50    | 2,54              | 0,029                | 0,12             | 4,14                   |
| 38  | TA-BV<br>(CT T4) | 1993 | 854,44  | 0,31    | 0,63     | 0,50    | 0,65              | 0,008                | 0,12             | 15,00                  |
| 39  | TA-BV<br>(CT T4) | 1994 | 1450,4  | 0,31    | 0,63     | 0,50    | 2,52              | 0,018                | 0,12             | 6,67                   |

*- Đề xuất hiệu chỉnh hệ số xói mòn do cây trồng C*

Kết quả tính toán từ các ô quan trắc xói mòn thực tế ở Bảng 3.1 cho thấy việc hiệu chỉnh hệ số C là hết sức cần thiết. Ở đây sẽ tiếp cận hiệu chỉnh hệ số C phù hợp với điều kiện canh tác ở vùng đồi núi phía Bắc bằng cách hiệu chỉnh hệ số C sẽ kết hợp giữa độ che phủ của tán cây



vào từng giai đoạn phát triển của cây, cơ cấu cây trồng (trồng xen), lượng mưa và kỹ thuật canh tác tác động vào đất (cày, cuốc, làm cỏ,...).

*\* Yếu tố độ che phủ và lượng mưa:*

Từ độ che phủ của tán cây, hệ số C đầu tiên được xác định cho từng thời kỳ trong năm theo mối quan hệ tuyến tính tỷ lệ nghịch giữa yếu tố C và độ che phủ mặt đất. Tổng của tích hệ số C và hệ số điều chỉnh (% R) cho từng thời kỳ cho phép tính toán hệ số C được điều chỉnh theo phân bố của lớp phủ mặt đất và lượng mưa trong năm (Morgan, 1995). Công thức hiệu chỉnh hệ số C do phân bố độ che phủ và lượng mưa được viết tổng quát như sau:

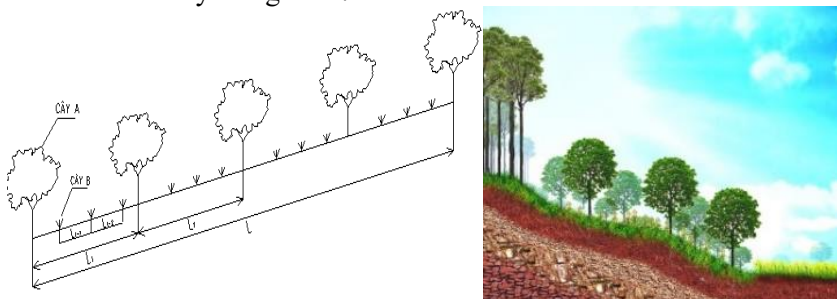
$$C_{cr} = \sum_{i=1}^n C_i * W_{ri} ; \quad W_{ri} = \frac{p_i}{p}$$

Trong đó:  $C_{cr}$ : là hệ số C hiệu chỉnh do phân bố độ che phủ và lượng mưa; n: là giai đoạn canh tác (làm đất, gieo hạt, tăng trưởng và phát triển tán, thu hoạch và bỏ hoang);  $C_i$ : là hệ số C tra theo bảng Hệ số C của Hội Khoa học Đất quốc tế, tương ứng với độ che phủ của giai đoạn canh tác i;  $W_{ri}$ : là trọng số do lượng mưa ở giai đoạn canh tác i;  $p_i$ : là lượng mưa theo tháng tại giai đoạn canh tác i; và p là tổng lượng mưa của năm.

Trong trường hợp trồng xen (Hình 3.2) nghiên cứu này đề xuất tính hệ số C được tính cho mỗi cây như trên, sau đó tính hệ số  $C_i$  cho loại hình trồng xen như sau:  $\bar{C}_i = \frac{\sum C_i l_i}{\sum l_i}$

Trong đó:

$C_i$ : hệ số cây trồng C của cây trồng thứ i;  $l_i$ : Chiều dài tính theo sườn dốc của cây trồng thứ i.



Hình 3.2: Khoảng cách bố trí trồng xen để xác định độ che phủ đối với loại hình trồng xen.

*\* Yếu tố kỹ thuật canh tác:*

Trên cơ sở hệ số  $C_h$  được tính toán từ kết quả đo đạc tại các ô quan trắc xói mòn ở trên, tiến hành xác định hệ số D theo công thức xác định như sau:  $D = \frac{C_h}{C_{cr}}$ . Trong đó:  $C_h$  và  $C_{cr}$  được tính toán từ các ô quan trắc xói mòn theo Bảng 3.1.

Dựa vào kết quả tính toán giá trị  $C_h$ , tiến hành xác định hệ số  $C_{cr}$ , nếu các ô có trồng xen sử dụng công thức tính trồng xen. Sau khi xác định được hệ số  $C_{cr}$  sẽ xác định hệ số D. Kết quả tổng hợp từ 39 ô quan trắc xói mòn theo loại hình cây trồng và biện pháp kỹ thuật, các hệ số  $C_{cr}$ ,  $C_h$  và hệ số hiệu chỉnh D được tổng hợp ở Bảng 3.2.

Bảng 3.2: Xác định hệ số hiệu chỉnh các biện pháp kỹ thuật (D) để hiệu chỉnh hệ số C

| STT | Loại hình                     | Biện pháp kỹ thuật                                                                                                | Số mẫu (N) | Hệ số $C_{cr}$ | Hệ số $C_h$ | Hệ số D    |               |
|-----|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|-------------|------------|---------------|
|     |                               |                                                                                                                   |            |                |             | Trung bình | Độ lệch chuẩn |
| 1   | Đơn canh 1 loại cây trồng/năm |                                                                                                                   | 16         |                |             |            |               |
| -   | Lúa nương                     | - Chặt, đốt (đối với lần đầu), bừa<br>- Chọc lỗ/rạch hàng theo đường đồng mức gieo bằng tay<br>- Làm cỏ dại (cào) | 5          | 0,118          | 0,058       | 0,498      | 0,013         |
| -   | Sắn                           | - Làm đất bằng cuốc, xẻng, dầm cày<br>- Làm cỏ bằng cuốc<br>- Thu hoạch nhỏ rẽ sử dụng cuốc, xẻng                 | 5          | 0,513          | 0,208       | 0,407      | 0,093         |
| -   | Ngô                           | - Làm đất bằng cuốc, cào<br>- Gieo hạt bằng tay<br>- Làm cỏ dại bằng cuốc                                         | 6          | 0,293          | 0,059       | 0,203      | 0,013         |
| 2   | Luân canh                     |                                                                                                                   | 4          |                |             |            |               |
| -   | Ngô - đậu                     | - 2 lần làm đất bằng cuốc, cào<br>- 2 lần gieo hạt bằng tay<br>- 2 lần làm cỏ dại bằng cuốc                       | 4          | 0,140          | 0,042       | 0,298      | 0,004         |
| 3   | Luân canh                     |                                                                                                                   | 2          |                |             |            |               |

| STT | Loại hình                                  | Biện pháp kỹ thuật                                                                                                                                 | Số mẫu (N) | Hệ số $C_{cr}$ | Hệ số $C_h$ | Hệ số D    |               |
|-----|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|-------------|------------|---------------|
|     |                                            |                                                                                                                                                    |            |                |             | Trung bình | Độ lệch chuẩn |
|     | kết hợp xen canh                           |                                                                                                                                                    |            |                |             |            |               |
| -   | Lạc luân canh với Khoai lang xen đậu tương | - 2 lần làm luống, 1 lần làm đất nhẹ (cuốc, cào)<br>- 2 lần làm cỏ bằng cuốc, cào<br>- 2 lần thu hoạch nhỏ rẫy, sử dụng cuốc                       | 2          | 0,213          | 0,106       | 0,499      | 0,009         |
| 4   | Xen canh                                   |                                                                                                                                                    | 17         |                |             |            |               |
| -   | Sắn - ngô - lạc                            | - 1 lần làm đất chính, 2 lần xới nhẹ kèm làm cỏ.<br>- 1 lần dặm canh, 2 lần gieo hạt<br>- 1 lần thu hoạch nhỏ rẫy (sắn và lạc) sử dụng cuốc, xẻng. | 4          | 0,088          | 0,053       | 0,606      | 0,007         |
| -   | Sắn - lạc                                  | - 1 lần làm đất, dặm canh, gieo hạt.<br>- 1 lần làm cỏ.<br>- 1 lần thu hoạch nhỏ rẫy (củ) bằng cuốc, xẻng                                          | 6          | 0,080          | 0,137       | 0,600      | 0,014         |
| -   | Ngô - lạc                                  | - 1 lần làm đất, gieo hạt<br>- 1 lần làm cỏ.<br>- 1 lần thu hoạch nhỏ rẫy (củ) bằng cuốc                                                           | 4          | 0,220          | 0,055       | 0,247      | 0,010         |
| -   | Ngô - đậu                                  | - 1 lần làm đất, gieo hạt<br>- 1 lần làm cỏ                                                                                                        | 3          | 0,321          | 0,068       | 0,214      | 0,018         |

Kết quả tính toán hệ số hiệu chỉnh do kỹ thuật canh tác D cho các loại cây trồng và cơ cấu cây trồng trong năm tại Bảng 3.2 cho thấy, đối với loại hình đơn canh, kết quả đo xác định cho 16 lần quan trắc cho 3 loại cây trồng là lúa nương, sắn và ngô cho thấy, hệ số hiệu chỉnh D của 3 loại cây lần lượt là 0,498, 0,407 và 0,203.

- Đối với loại hình luân canh: Với loại hình luân canh kết quả của 4 lần quan trắc luân canh ngô và đậu cho thấy giá trị hệ số hiệu chỉnh do biện pháp canh tác D là 0,298.

- Đối với loại hình xen canh kết hợp luân canh: Hệ số hiệu chỉnh kỹ thuật canh tác cho loại hình hai cây thu hoạch củ (khoai, lạc) và một cây hàng năm (đậu tương) là 0,499.

- Đối với loại hình xen canh: Có tổng cộng 17 quan trắc, kết quả cho thấy, hệ số hiệu chỉnh D của các loại cây trồng sắn sau 1 tháng trồng xen ngô và sau 3 tháng trồng xen thêm lạc (sắn – ngô – lạc); sắn – lạc; ngô – lạc; ngô – đậu lần lượt là 0,606; 0,6; 0,247 và 0,214.

Kết quả tính toán cho thấy, hệ thống trồng xen có hệ số ảnh hưởng xói mòn do độ che phủ đất thấp nhất, các cây trồng khi canh tác có hệ số ảnh hưởng do kỹ thuật canh tác đến xói mòn đất cao là lúa nương (0,498); sắn (0,40); ngô khoảng 0,2, khi luân canh với đậu tương khoảng 0,3; lạc và khoai lang có xen đậu tương khoảng 0,5. So sánh các giá trị này với kết quả nghiên cứu của Karine Vezina và nnk (2009) khi nghiên cứu các hệ thống canh tác nhờ mưa với các loại cây trồng là đậu nành, sắn, ngô được trồng trên các vùng đồi núi tại xã Đồng Phúc, huyện Ba Bể, Bắc Kạn cho thấy các kết quả có sự tương đồng với các giá trị với sắn là 0,4, đậu nành 0,4, và ngô là 0,2. Một vụ lúa nước theo hình thức bậc thang là 0,6 và 2 vụ lúa hoặc 1 vụ lúa, 1 vụ màu (ngô) là 0,8.

Tổng hợp các loại cây trồng và các biện pháp kỹ thuật tác động vào đất và hệ số hiệu chỉnh D do biện pháp kỹ thuật đối với hệ số C được đề xuất ở Bảng 3.3.

Bảng 3.3: Hệ số D cho các hệ thống cây trồng khác nhau áp dụng cho vùng đồi núi phía Bắc Việt Nam

| STT | Hệ thống canh tác                                      | Biện pháp (các hoạt động và công cụ)                                                                              | Hệ số D |
|-----|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1   | Lúa nương cạn                                          | - Chặt, đốt (đối với lần đầu), bừa<br>- Chọc lỗ/rách hàng theo đường đồng mức gieo bằng tay<br>- Làm cỏ dại (cào) | 0,50    |
| 2   | 2 vụ lúa nước ruộng bậc thang <sup>(*)</sup>           | 2 lần cày và bừa (cày, bừa và trâu)<br>2 lần gieo (bằng tay)<br>2 lần làm cỏ (cào)                                | 0,80    |
| 3   | 1 vụ lúa nước, 1 vụ màu ruộng bậc thang <sup>(*)</sup> | 2 cày và bừa (cày, bừa và trâu)<br>2 lần gieo (bằng tay)<br>2 lần làm cỏ (cuốc)                                   | 0,80    |
| 4   | 1 vụ lúa nước ruộng bậc thang <sup>(*)</sup>           | 2 cày và 2 bừa (cày, bừa và trâu)<br>1 lần gieo (bằng tay)<br>1 lần làm cỏ dại (cào)                              | 0,60    |
| 5   | 1 vụ khoai hoặc sắn hoặc lạc                           | 1 lần (dâm cành, gieo hạt) (xẻng hoặc cuốc)<br>1 lần làm cỏ (cuốc)<br>1 lần nhỏ rẫy (lấy củ) (xẻng, cuốc)         | 0,40    |

| <b>STT</b> | <b>Hệ thống canh tác</b>                                                                | <b>Biện pháp (các hoạt động và công cụ)</b>                                                                                                             | <b>Hệ số D</b> |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 6          | 1 vụ ngô hoặc đậu đỗ hoặc vừng hoặc các loại cây trồng hàng năm còn lại                 | 1 lần làm đất (cuốc, cào)<br>1 lần gieo (tay, chọc lỗ)<br>1 lần làm cỏ dại (cuốc)                                                                       | 0,20           |
| 7          | Luân canh 1 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) với cây trồng hàng năm còn lại         | - 2 lần làm đất, gieo hạt<br>- 2 lần làm cỏ<br>- 1 lần thu hoạch nhỏ rẫy (củ) bằng cuốc                                                                 | 0,30           |
| 8          | Luân canh 2 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) có trồng xen với 1 cây trồng hàng năm. | - 2 lần làm luống, 1 lần làm đất nhẹ (cuốc, cào)<br>- 2 lần làm cỏ bằng cuốc, cào<br>- 2 lần thu hoạch nhỏ rẫy, sử dụng cuốc                            | 0,5            |
| 9          | Xen canh 2 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) với cây trồng hàng năm còn lại          | - 2 lần làm đất, 2 lần xới nhẹ kèm làm cỏ<br>- 1-2 lần chăm canh, 2 lần gieo hạt<br>- 2 lần thu hoạch nhỏ rẫy (sắn, lạc hoặc khoai) sử dụng cuốc, xẻng. | 0,60           |
| 10         | Xen canh sắn - lạc (khoai)                                                              | - 1 lần làm đất, chăm canh, gieo hạt<br>- 1 lần làm cỏ<br>- 1-2 lần gần nhau thu hoạch nhỏ rẫy (củ) bằng cuốc, xẻng                                     | 0,60           |
| 11         | Xen canh 1 trong các loại cây (sắn, khoai, lạc) với cây trồng hàng năm còn lại          | - 1 lần làm đất, gieo hạt<br>- 1 lần làm cỏ<br>- 1 lần thu hoạch nhỏ rẫy (củ) bằng cuốc                                                                 | 0,25           |
| 12         | Xen canh 2 loại cây hàng năm/vụ (cây không lấy củ)                                      | - 1 lần làm đất, gieo hạt<br>- 1 lần làm cỏ                                                                                                             | 0,21           |

(\*): Kế thừa từ số liệu của Karine Vezina và nnk, 2006.

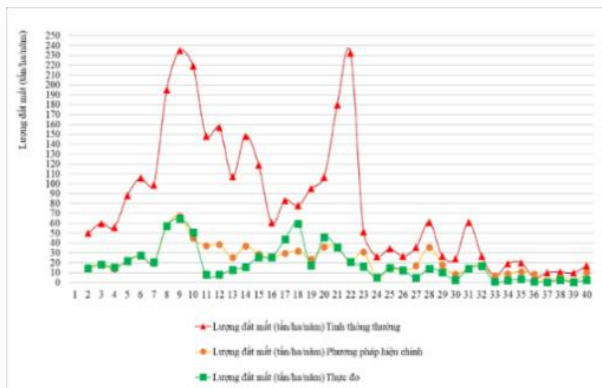
### **3.2. Kiểm định hệ số xói mòn do cây trồng hiệu chỉnh ( $C_h$ ) và đề xuất áp dụng**

#### **3.2.1. Kiểm định bằng mô hình phương trình mất đất phổ dụng (USLE)**

Ở phần này sẽ sử dụng hệ số  $C_h$  hiệu chỉnh và hệ số C tra theo bảng của Hội Khoa học Đất quốc tế để áp dụng dự báo lượng đất xói mòn tại các ô quan trắc xói mòn. Kết quả dự báo sẽ được so sánh với giá trị mất đất thực đo.

Kết quả nghiên cứu của 5 điểm quan trắc xói mòn với tổng cộng 39 lần thí nghiệm (N=39) (Hình 3.3) cho thấy, phương pháp hiệu chỉnh hệ

số C có kết quả dự báo sát với kết quả đo thực tế hơn so với mô hình thông thường. Điều này, thể hiện qua giá trị hệ số tương quan R, phương trình USLE với hệ số C thông thường và hiệu chỉnh là 0,69 và 0,8 và sai số trung bình bình phương (RMSE) của mô hình thông thường là 82,09 còn của mô hình sử dụng hệ số C hiệu chỉnh theo nghiên cứu này là 11,01.

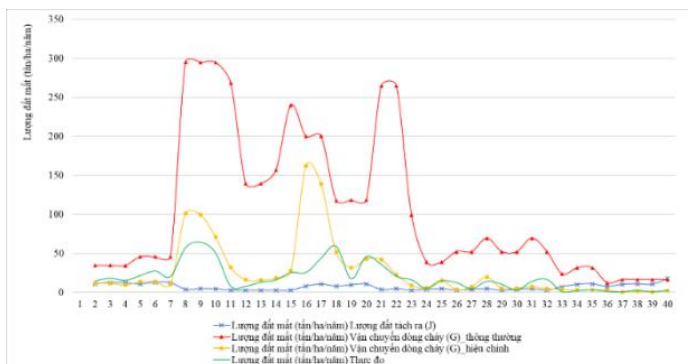


Hình 3.3: Đồ thị biểu diễn lượng đất mất đo tại các ô thực tế và kết quả tính toán lượng đất mất theo mô hình USLE thông thường và hiệu chỉnh hệ số C của nghiên cứu này.

Tại các đỉnh kết quả dự báo lớn nhất của phương trình USLE thông thường (canh tác đơn canh cây ngô tại Cò Nồi dự báo là 235,02 tấn/ha/năm, thực tế là 64,45 tấn/ha/năm; trồng xen ngô và lạc tại Hòa Sơn dự báo là 232,38 tấn/ha/năm, thực tế là 20,77), thì mô hình USLE sử dụng hệ số C hiệu chỉnh đã khắc phục được sai số dự báo này. Điều này cho thấy, phương pháp hiệu chỉnh đã khắc phục được hạn chế do chưa tính sự phân bố độ che phủ của cây trồng, bố trí cơ cấu cây trồng (đơn canh, luân canh, xen canh), lượng mưa, kỹ thuật canh tác vào đất trong quá trình canh tác so với phương pháp thông thường.

### 3.2.2. Kiểm định bằng mô hình Morgan và Finney (MMF)

Kết quả chi tiết tính toán lượng đất mất theo mô hình MMF với các giá trị lượng đất mất theo J, G và đo thực tế được trình bày ở Hình 3.4.



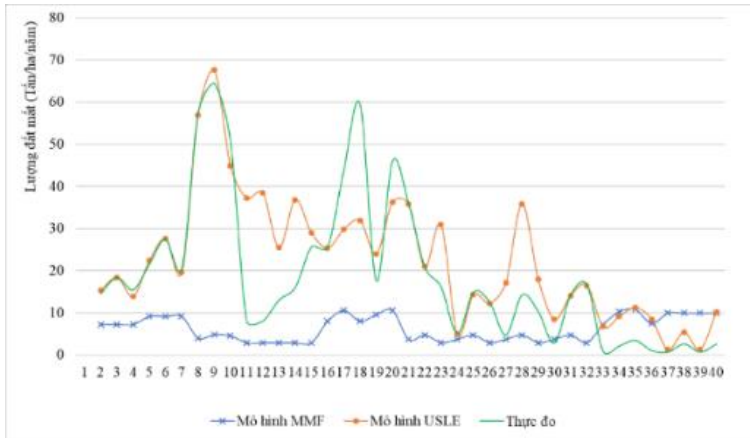
Hình 3.4: Đồ thị biểu diễn lượng đất mất tính theo lượng đất tách ra (J) và vận chuyển dòng chảy (G)

Trong mô hình MMF, hệ số C liên quan trực tiếp đến giá trị khả năng vận chuyển của dòng chảy (G), do vậy để so sánh hệ số C thông thường theo Hội KHĐ Quốc tế và C hiệu chỉnh của nghiên cứu này thì sẽ sử dụng lượng đất mất do khả năng vận chuyển của dòng chảy G để so sánh. Đồ thị hình ở Hình 3.5 cho thấy, so với lượng đất mất do thực đo (đường màu xanh lá cây) thì giá trị lượng đất mất G sử dụng hệ số C hiệu chỉnh gần hơn, điều này thể hiện khi tính giá trị sai số RMSE, RMSE của lượng đất mất G sử dụng hệ số C hiệu chỉnh là 21,62, còn sử dụng C thông thường là 119,01. Như vậy, áp dụng hệ số C hiệu chỉnh nghiên cứu này sẽ cho kết quả tốt hơn khi ước tính lượng đất mất do khả năng vận chuyển của dòng chảy G.

### 3.2.3. So sánh kết quả kiểm định bằng mô hình USLE và MMF

Kết quả xác định các hệ số xói mòn, dự báo lượng đất mất theo phương trình mất đất phổ dụng (USLE) và mô hình MMF được trình bày ở đồ thị Hình 3.5.

Đây là kết quả tính toán cho 5 điểm quan trắc xói mòn với mùa vụ, năm canh tác khác nhau với tổng cộng 39 lần thí nghiệm (N=39). Kết quả dự báo của mô hình USLE và MMF được trình bày tại hình 3.5. Lượng đất bị xói mòn đo thực tế tại các ô quan trắc dao động là 0,63 đến 64,45 tấn/ha/năm; mô hình dự báo USLE là 1,28 – 67,64 tấn/ha/năm; của mô hình MMF là 2,85-10,84 tấn/ha/năm.



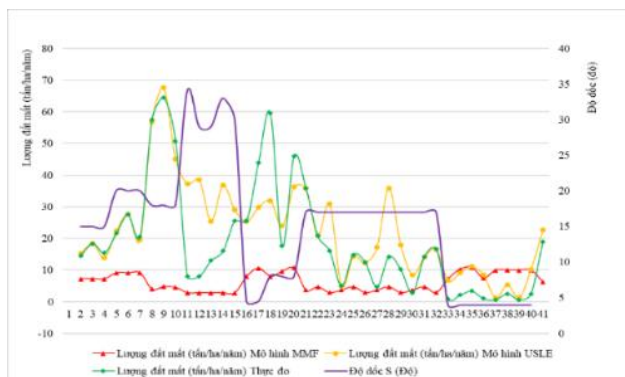
Hình 3.5: So sánh kết quả dự báo của mô hình MMF và USLE hiệu chỉnh với lượng đất mất đo được

Kết quả tính là sai số bình phương trung bình quân phương (RMSE) của mô hình USLE và MMF so với giá trị thực đo lần lượt là 11,01 và 21,62, điều này cho thấy mô hình USLE cho kết quả dự báo có sai số nhỏ hơn so với mô hình MMF. Phù hợp với nghiên cứu của các tác giả Arun Mondal và nnk (2016) và Emil Bayramov và nnk (2013).

#### **Nhận xét chung:**

Kết quả tính toán các hệ số của mô hình cho thấy, yếu tố lượng mưa tác động lớn nhất đến lượng xói mòn đất của các điểm quan trắc, đối với mô hình USLE thể hiện qua giá trị hệ số R và mô hình MMF thể hiện qua giá trị hệ số Q, J. Yếu tố độ dốc là yếu tố tác động rất lớn thứ hai đến xói mòn đất theo mô hình USLE, thể hiện của giá trị hệ số mất đất do độ dốc và chiều dài sườn dốc LS, còn đối với mô hình MMF yếu tố địa hình thể hiện qua độ dốc được tính toán thông qua lượng đất tách ra bởi dòng chảy mặt và khả năng vận chuyển của dòng chảy.





Hình 3.6: Độ dốc và lượng đất mất thực đo và dự báo bởi mô hình USLE và MMF

Bên cạnh sử dụng hệ số chung như hệ số K, C, P mô hình MMF quan tâm đến các yếu tố độ che phủ mặt đất, tán lá cây, chiều cao thảm phủ. Tuy nhiên, điều kiện canh tác ở vùng núi phía Bắc với cơ cấu mùa vụ thay đổi các cây trồng trong năm, chiều cao, độ che phủ cây ở từng giai đoạn phát triển của cây trồng sẽ khác nhau, lượng mưa phân bố tập trung vào mùa mưa (tháng 5 đến 9), trùng với thời điểm gieo trồng vụ, thu hoạch vụ xuân hè, hè thu do đó động năng hạt mưa tác động vào bề mặt sẽ mạnh hơn nhưng chưa được xem xét trong mô hình MMF. Điều này cũng được thể hiện ở đồ thị Hình 3.6, kết quả dự báo lượng đất bị xói mòn bằng mô hình MMF hầu hết đều thấp hơn giá trị đo thực tế, chỉ có các ô quan trắc ở Thụy An, Ba Vì có giá trị dự báo của mô hình MMF cao hơn so với đo thực tế và mô hình USLE, nguyên nhân ở đây độ dốc nhỏ (độ dốc  $4^0$ ) khi dự báo bằng mô hình MMF yếu tố độ dốc tác động thông qua giá trị  $\sin(S)$  đối với cả lượng đất tách ra hay vận chuyển bởi dòng chảy nên mức độ thay đổi không lớn do đó tác động lên sự thay đổi lượng đất xói mòn không lớn. Điều này thể hiện ở đồ thị Hình 3.6, độ dốc các ô quan trắc dao động từ  $4 \div 34^0$  nhưng kết quả dự báo bằng mô hình MMF lượng đất mất  $2,85 \div 10,84$  tấn/ha/năm, so với quan trắc thực tế là  $0,63 \div 64,45$  tấn/ha/năm.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### Kết luận

1. Kết quả đánh giá và tính toán và xác định hệ xói mòn do cây trồng hiệu chỉnh ( $C_h$ ) từ các ô quan trắc với 39 lần thí nghiệm với hệ số  $C$  tra từ bảng của Hội Khoa học Đất quốc tế cho thấy hệ số  $C$  tra từ bảng cao hơn hệ số  $C_h$  tính toán từ các ô quan trắc xói mòn từ 1,32 đến 20,0 lần, trung bình 6,07 lần. Sự chênh lệch lớn này sẽ dẫn đến sai số so với thực tế trong dự báo, đánh giá xói mòn.

2. Kết quả sử dụng phương trình mất đất phổ dụng để kiểm định cho thấy, phương pháp hiệu chỉnh hệ số  $C$  có kết quả dự báo tốt hơn so với sử dụng hệ số  $C$  tra bảng thông thường. Phương pháp hiệu chỉnh đã khắc phục được hạn chế do chưa tính sự phân bố độ che phủ của cây trồng, bố trí cơ cấu cây trồng (đơn canh, luân canh, xen canh), lượng mưa, kỹ thuật canh tác vào đất trong quá trình canh tác so với phương pháp thông thường. Sai số trung bình bình phương (RMSE) của mô hình USLE và MMF so với giá trị thực đo lần lượt là 11,01 và 21,62, điều này cho thấy mô hình USLE dự báo tốt hơn mô hình MMF.

3. So sánh kết quả dự báo của mô hình USLE và MMF sử dụng hệ số xói mòn do cây trồng hiệu chỉnh ( $C_h$ ) cho thấy, việc sử dụng mô hình USLE với hệ số  $C_h$  được đề xuất áp dụng cho vùng đồi núi phía Bắc nước ta.

### Kiến nghị

1. Đề nghị mở rộng kỹ thuật canh tác luân canh kết hợp xen canh (so với đơn canh) để làm giảm lượng đất bị xói mòn.

2. Đề nghị tiếp tục nghiên cứu chi tiết hơn với độ che phủ và lượng mưa trong từng tháng của năm để làm cơ sở dự báo xói mòn chính xác hơn và các giải pháp giảm thiểu xói mòn.

## **DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

1. Trần Minh Chính, Nguyễn Trọng Hà, (2020), “Nghiên cứu hiệu chỉnh hệ số cây trồng (C) trong dự báo xói mòn đất sử dụng cho vùng đồi núi phía Bắc Việt Nam”. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi*, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, số 62, tr. 88-105.

2. Trần Minh Chính, Nguyễn Trọng Hà, Nguyễn Văn Kiên (2020), “Nghiên cứu lựa chọn mô hình dự báo xói mòn đất áp dụng cho vùng đồi núi phía Bắc Việt Nam”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, số 22, tr. 102-112.

3. Trần Minh Chính, Nguyễn Trọng Hà, Nguyễn Văn Kiên (2021) “Nghiên cứu đề xuất áp dụng phương trình mất đất phổ dụng (USLE) trong dự báo xói mòn do hoạt động sản xuất nông nghiệp vùng núi phía Bắc Việt Nam” , *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và môi trường*, Trường Đại học Thủy lợi, số 74 tháng 6/2021, tr. 39 - 45