

### **Tóm tắt**

*Bài báo giới thiệu về cơ sở lý thuyết mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát bị xói mòn trên lưu vực trên cơ sở xem xét quá trình xói mòn đất bề mặt lưu vực. Từ đó, có thể lựa chọn ngôn ngữ xây dựng phần mềm mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ, giúp cho việc đánh giá mức độ xói mòn và từ đó đề ra được giải pháp bảo vệ, chống xói mòn, nâng cao năng suất cây trồng.*

**Từ khóa:** Vận chuyển bùn cát; xói mòn lưu vực

## **GIỚI THIỆU**

### **1. Sự cần thiết phải xây dựng mô hình toán mô phỏng vận chuyển bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ**

Hiện nay, có nhiều mô hình tính toán mô phỏng dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên lưu vực như mô hình WEPP, SWAT, HEC-HMS... Tuy nhiên, qua phân tích các tài liệu hiện có cho thấy tồn tại một số vấn đề khi áp dụng các mô hình toán mô phỏng dòng chảy trên lưu vực vừa và nhỏ như sau:

- Các mô hình mô phỏng vận chuyển bùn cát chủ yếu mô phỏng trên kênh dẫn, chưa mô phỏng cụ thể quá trình vận chuyển bùn cát trên bề mặt lưu vực đến kênh dẫn
- Mô hình SWAT có quá nhiều thông số, số liệu đầu vào cần chi tiết, bao gồm số liệu về thảm phủ, số liệu thổ nhưỡng, hệ thống canh tác...
- Mô hình HEC – HMS không mô phỏng vận chuyển bùn cát trên lưu vực...

***Chính vì vậy, việc tiếp cận những ngôn ngữ máy tính để xây dựng một phần mềm tính toán mô phỏng dòng chảy trên lưu vực và vận chuyển bùn cát là cần thiết và cấp bách, trên cơ sở đó có thể ứng dụng vào một lưu vực cụ thể của Việt Nam, với giá thành rẻ.***

### **2. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu**

Trên cơ sở tiếp cận từ thực tế: Thu thập, cập nhật thông tin, đo đạc, quan sát, đánh giá thực tế. Khai thác, sử dụng có chọn lọc các kết quả nghiên cứu của những đề tài, dự án trước đây có liên quan đến nội dung nghiên cứu. Nghiên cứu phải đặt trong điều kiện của các lưu vực hiện có và tiếp cận từ những thông tin trên cơ sở nắm bắt được các phương pháp mới, công nghệ hiện đại; Tiếp cận từ các phần mềm hiện có về mô phỏng dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên lưu vực.

Với việc tôn trọng và sử dụng có chọn lọc các phương pháp nghiên cứu truyền thống, cần phải nắm chắc và vận dụng thành thục các phương pháp mới và công cụ nghiên cứu mới nhằm đưa ra các kết quả tính toán đầy đủ và tin cậy nhất. Phương pháp phân tích: Phân tích lựa chọn các công cụ xây dựng phần mềm. Phương pháp lập trình: Sử dụng ngôn ngữ lập trình để xây dựng phần mềm.

### **3. Giới thiệu tổng quan về xói mòn và vận chuyển bùn cát trên lưu vực**

Quá trình nghiên cứu xói mòn đất đã dẫn đến một số khái niệm và cách phân loại xói mòn.

Tùy theo nguyên nhân gây ra xói mòn là các lực tự nhiên hay con người, xói mòn được phân thành hai loại:

*Xói mòn tự nhiên* (xói mòn bình thường hay xói mòn địa chất) là những quá trình xói mòn xảy ra dưới tác động của các lực tự nhiên.

*Xói mòn gia tốc* (hay xói mòn tăng cường) là quá trình xói mòn xảy ra dưới tác động của các hoạt động kinh tế của con người (phá rừng, canh tác đất, khai mỏ...).

Theo các chuyên gia thổ nhưỡng, nhịp độ hình thành đất là 25 mm trong 30 năm tương đương với 1.8 tấn/ha/năm (hay 180tấn/km<sup>2</sup>/năm) và bởi vậy nó được coi là nhịp độ xói mòn cho phép.

Theo quan điểm xói mòn đồng nghĩa với thoái hoá đất, giảm độ phì của đất; xói mòn được chia làm hai loại:

*Xói mòn vật lý* là quá trình làm mất đi một lượng đất dưới tác động của nước (mưa, dòng chảy) hay gió.

*Xói mòn độ phì* là quá trình làm mất chất dinh dưỡng trong đất (phốtpho, Nitơ, Nitrit, Nitrat...)

Căn cứ vào tác nhân gây xói mòn, người ta phân xói mòn đất thành 5 loại: xói mòn do nước, do gió, do trọng lực, do tuyết tan và dòng bùn đá.

*Xói mòn do nước* còn được phân biệt thành xói mòn dạng hạt (hiện tượng rửa trôi các hạt đất trên bề mặt canh tác), xói mòn dạng tuyến (hình thành những mương xói nhỏ không làm trở ngại đến việc canh

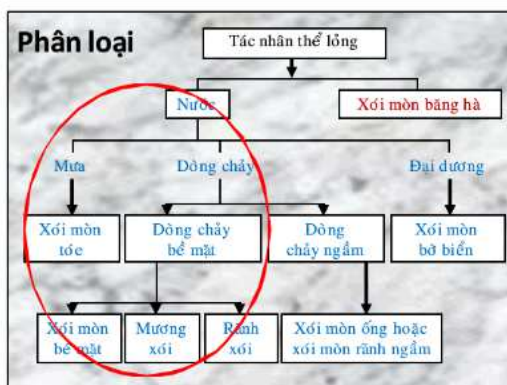
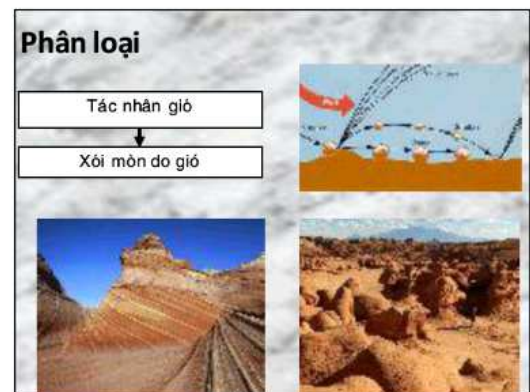
tác bình thường), xói mòn nương rãnh (khi các nương xói, rãnh xói lớn tới mức mà cả những máy móc nông nghiệp cũng không vượt qua chúng được) và xói mòn bờ.

Xói mòn do gió lại được phân thành 5 dạng: sự phá huỷ, sự mài mòn, sự thổi mòn trên cao, sự thổi mòn dưới chân và sự thổi mòn thẳng giáng.

Xói mòn do trọng lực xuất hiện do tác động kết hợp giữa trọng lực của đất đá trên sườn dốc và dòng chảy tràn. Mặc dù mang tính chất địa phương nhưng loại xói mòn này cũng có thể gây ra những thảm họa khủng khiếp. Ví dụ: tháng IV năm 1981, một vụ trượt đất lớn (30 triệu m<sup>3</sup>) xảy ra ở Gausu-Trung Quốc đã lấp kín hai đầu của một đoạn sông và biến nó thành hồ có dung tích 13 triệu m<sup>3</sup> và gây nhiều thiệt hại cho nhân dân địa phương.

Dựa trên các nhân chính gây xói mòn, người ta phân chia thành nhiều kiểu khác nhau:

- Xói mòn bắn tóe (splash erosion)
- Xói mòn bề mặt (sheet erosion)
- Xói mòn suối (rill erosion)
- Xói mòn rãnh (gully erosion)



Lượng chuyển tải cát bùn từ lưu vực đến kênh dẫn là một quá trình phức tạp phụ thuộc vào quá trình xói mòn, chuyển tải và bồi lắng trên lưu vực. Các quá trình đó được các tác giả mô hình hoá như Wischmeier và Smith (1960), Rendon và Herredo (1978), Lane và Nearing (1989), Schramm (1994), Auerswald (1990)... Các mô hình xói mòn đất được phân làm 3 loại như sau:

- Mô hình kinh nghiệm
- Mô hình ngẫu nhiên
- Mô hình toán - vật lý.

Trong mô hình kinh nghiệm để tính lượng bùn cát bị xói mòn thì bản chất vật lý của quá trình xói mòn không được tính đến. Mô hình kinh nghiệm đầu tiên được Zingg (1940) xây dựng để tính lượng bùn cát bị xói mòn ở sườn dốc, trong đó lượng bùn cát bị xói mòn phụ thuộc vào độ dốc và chiều dài sườn dốc. Musgrave (1947) đã đưa ra phương trình tính xói mòn lưu vực, trong đó có xét đến yếu tố khí hậu là cường độ mưa thời đoạn 30 phút. Wischmeier và Smith (1978) đã xây dựng phương trình tương quan để tính lượng bùn cát bị xói mòn trong đó có xét thêm các nhân tố ảnh hưởng đến xói mòn như hệ số ảnh hưởng của cây trồng và ảnh hưởng của các biện pháp canh tác đến xói mòn đất. Phương trình này ngày nay vẫn được áp dụng rộng rãi. Phương trình được biểu diễn dưới dạng sau:

$$A=R.L.S.K.C.P$$

trong đó:

- A : Lượng đất bị mất trung bình hàng năm [t/(ha/năm)]  
R : Chỉ số xói mòn của mưa [N/h] (thang đo độ xói mòn được lập trên cơ sở EI30)  
K : Hệ số xói mòn của đất [t.h/(ha.N)](được xác định bằng lượng đất mất đi cho một đơn vị xói mòn của mưa trong các điều kiện chuẩn)  
L : Hệ số xói mòn do ảnh hưởng của chiều dài sườn dốc [-] (tỷ lệ đất mất đi của thửa ruộng nào đó so với lượng đất mất đi từ thửa ruộng dài 72,6 feet hoặc 22,6m)  
S : Hệ số xói mòn do ảnh hưởng của độ dốc [-] (tỷ lệ đất mất đi của thửa ruộng nào đó so với lượng đất mất đi từ thửa ruộng có độ dốc bề mặt 9%)  
C : Hệ số ảnh hưởng của cây trồng đến xói mòn đất [-] (tỷ lệ đất mất đi của thửa ruộng nào đó so với lượng đất mất đi từ thửa ruộng được làm đất theo tiêu chuẩn bỏ hóa cách năm)  
P : Hệ số ảnh hưởng của biện pháp canh tác đến xói mòn đất [-] (tỷ lệ đất mất đi của thửa ruộng nào đó so với lượng đất mất đi từ thửa ruộng không thực hiện các công việc bảo vệ đất).

Các mô hình ngẫu nhiên tính lượng bùn cát đến hồ được xây dựng dựa trên các quan hệ vật lý đơn giản của quá trình xói mòn đất, trong đó coi bùn cát vào hồ hoặc các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xói mòn bùn cát như là một biến ngẫu nhiên. Đa số các mô hình ngẫu nhiên được xây dựng trên cơ sở lý thuyết đường đơn vị bùn cát của Renden -Herrero (1978). Các mô hình này phụ thuộc hoàn toàn vào số liệu thực đo. Các mô hình ngẫu nhiên của một số tác giả như John son (1943), Williams và Hann (1978), Renard và Laursen (1975)... đã và đang được dùng. Box và Jenkins (1970) đã dùng hàm chuyển và các mô hình ARMA để mô hình hoá bùn cát ngày và tháng cho một số lưu vực ở Ontario (Canada) và đã cho kết quả tốt.

Các mô hình toán mô phỏng quá trình vật lý được xây dựng bằng cách dùng các phương trình toán học mô phỏng các hiện tượng vật lý của quá trình xói mòn đất. Cơ sở toán học của các mô hình toán là phương trình liên tục của Bennett (1974). Phương trình liên tục được viết như sau:

$$\frac{\partial(q_s)}{\partial x} + \rho_s \frac{\partial(C_s \cdot h)}{\partial t} = \phi(x, t)$$

trong đó:

- $q_s$  : Bùn cát vận chuyển [kg/s.m]  
 $x$  : Khoảng cách dọc kênh [m]  
 $\rho$  : Khối lượng bùn cát [kg/m<sup>3</sup>]  
 $C_s$  : Nồng độ tập trung bùn cát [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]  
 $h$  : Độ sâu dòng nước [m]  
 $\phi$  : Lượng bùn cát bị xói mòn hoặc bồi lắng [kg/s.m<sup>2</sup>]

Lượng bùn cát xói mòn trên bề mặt bao gồm xói mòn bề mặt xói mòn rãnh do mưa và do dòng chảy. Xói mòn rãnh do mưa phụ thuộc vào tốc độ mưa rơi, cường độ mưa rơi và lượng mưa hiệu quả từ bề mặt cũng như độ che phủ của bề mặt đất, năng lượng của mưa. Đa số các phương trình tính toán xói mòn rãnh do mưa đều dựa vào cơ sở lý thuyết năng lượng mưa 30 phút. Các phương trình này có ưu điểm này có xét đến khía cạnh vật lý của quá trình xói mòn rãnh. Xói mòn đất do dòng chảy bề mặt thường xác định theo ba cách: Coi xói mòn đất trên bề mặt dòng chảy mặt là hàm số của ứng suất tiếp trên lớp dòng chảy mặt, dựa vào lý thuyết lượng chuyển tải bùn cát trên bề mặt và nội dung năng lượng mạch động của dòng chảy. Xói mòn do dòng chảy bề mặt thường phụ thuộc và lượng dòng chảy bề mặt, chiều dài sườn dốc, chiều dốc sườn dốc, đặc tính đất trên lưu vực... Phương pháp tính dựa vào lý thuyết lượng chuyển tải bùn cát có ưu điểm là có xét đến quá trình bồi lắng trên bề mặt lưu vực. Tính xói mòn dựa vào ứng suất tiếp trên bề mặt có nhược điểm là việc xác định các hệ số trong phương trình này đều dựa trên số liệu thống kê, mà số liệu thống kê tính toán xói mòn do dòng chảy mặt là rất ít.

Các mô hình toán có ưu điểm là mô tả khá chính xác quá trình xói mòn xảy ra trên bề mặt lưu vực, qua đó có thể ứng dụng mô hình tính toán cho các lưu khác nhau với các điều kiện địa hình, khí hậu khác nhau. Có thể dùng bộ thông số của mô hình để tính cho các lưu vực tương tự.

Nhược điểm của mô hình toán là khối lượng tính toán lớn, thời gian tính toán lâu và đòi hỏi máy tính phải có dung tích bộ nhớ lớn và tốc độ chạy cao. Để kiểm chứng cũng như ứng dụng mô hình, đòi hỏi phải có số lượng input cho mô hình tương đối nhiều. Các mô hình đã và đang được ứng dụng hiện nay như mô hình ANSWERS (Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation - Beasley et. Al (1980)); CREAMS (Chemicals, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems- Knisel (1980)); WEPP (Water Erosion Prediction Project - Nearing et. Al, (1989)); GUESS (Griffith University Erosion Sedimentation System - Rose et. Al, (1983)), EUROSEM (European Soil Erosion Modell- Morgan, (1994)). Việc lựa chọn và ứng dụng các mô hình để tính toán xói mòn đất phụ

thuộc vào mục tiêu cụ thể của bài toán, vào điều kiện địa hình, thủy văn của lưu vực. Ví dụ mô hình CREAMS được tính cho lưu vực có diện tích sử dụng đất nông nghiệp là chủ yếu. Mô hình EUROSEM được tính cho các lưu vực của châu Âu sẽ cho kết quả tốt hơn... Chính vì vậy, việc nghiên cứu xây dựng mô hình mô phỏng vận chuyển bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ, áp dụng cho Việt Nam là cần thiết, đặc biệt đối với những lưu vực có ít hoặc không có tài liệu để tính toán.

## NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 1. Cơ sở lý thuyết xây dựng mô hình mô phỏng vận chuyển bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ.

Dòng chảy trong sông đều do mưa xuống trên lưu vực tạo thành. Khi mưa rơi xuống đất, một phần tạo thành dòng chảy mặt đổ ra sông, phần còn lại ngấm xuống đất và tạo thành dòng chảy ngầm cung cấp cho hệ thống sông. Sự hình thành dòng chảy mặt sinh ra trong thời gian có mưa. Khi có mưa, lúc đầu do độ ẩm của đất nhỏ, lượng mưa bị ngấm vào đất và không sinh ra dòng chảy. Sau một thời gian kể từ lúc bắt đầu mưa, cường độ thấm giảm đi và trên mặt đất bắt đầu sinh ra dòng chảy mặt. Lượng nước chảy trên mặt lưu vực một phần bị tổn thất do điều trũng, một phần bị ngấm xuống đất trong quá trình chuyển động trên bề mặt lưu vực, một phần bị bốc hơi, phần còn lại chảy vào các khe nhỏ và tập trung dần vào các khe lớn hơn và dần dần đổ vào hệ thống sông suối. Thời gian tập trung nước mưa về hệ thống sông suối khá nhanh, bởi vậy dòng chảy mặt sẽ không còn nữa sau một khoảng thời gian không dài khi mưa kết thúc. Lượng nước mưa ngấm vào đất sẽ bổ sung cho lượng nước ngầm có trong đất, làm cho mực nước ngầm tăng lên. Một phần lượng nước ngầm xuống bị bốc hơi qua mặt đất, một phần mất đi do rễ cây hút. Nước ngầm vận chuyển về hệ thống sông với thời gian tập trung tùy thuộc lớn vào tương quan giữa mực nước sông và mực nước ngầm. Do đó, sự tồn tại dòng chảy ngầm trên hệ thống sông ngòi kéo dài sau một khoảng thời gian khá dài. Đối với các sông nhỏ hoặc khe suối, thời gian duy trì dòng chảy ngầm có thể chỉ một vài tháng, còn các sông lớn dòng chảy ngầm có thể kéo dài cả năm.

Trên lưu vực sông, bề mặt lưu vực thường xuyên chịu tác động của thiên nhiên (khí hậu, địa hình, địa mạo...) và chịu tác động của con người (khai thác rừng, canh tác nương rẫy...) nên bề mặt bị bào mòn. Đất bị bào mòn sẽ bị giữ lại một phần, một phần được dòng chảy mặt mang đi vào sông suối tạo thành dòng chảy bùn cát.

Các nhân tố ảnh hưởng đến xói mòn và vận chuyển bùn cát trên lưu vực bao gồm:

- Mưa với động năng của hạt mưa làm phá vỡ kết cấu bề mặt của tầng đất. Trong những trận mưa rào, cường độ lớn, tốc độ rơi lớn nhất của mỗi hạt mưa có thể đạt tới 7-8 m/s, vì thế chúng có một năng lượng nhất định. Khi va vào mặt đất, hạt mưa làm bắn ra các hạt đất nhỏ lên cao theo hình phễu, cùng với các tia nước bắn ra và văng ra xa theo đường bán kính đến 50cm. Tác động cơ học của hạt mưa đối với mặt đất càng mạnh khi kích thước của các hạt mưa càng lớn, độ bắn ra xa của các hạt tăng theo hướng xuôi dốc. Kết quả của hiện tượng này là mặt đất trở nên lồi lõm, tầng đất phủ ngày càng mỏng dần. Cũng có khi mưa rơi trên các sườn dốc, đặc biệt ở các sườn dốc trên  $35^{\circ}$  làm bão hoà tầng phong hoá trên đó có kết cấu kém bền vững, được hình thành chủ yếu trên các loại trầm tích bờ rời (điệp thạch, sa thạch...) là nguyên nhân gây ra hiện tượng sụt lở hoặc trượt đất đá. Tình trạng này thường quan sát thấy trên quốc lộ 6 (đoạn từ Hoà Bình- Lai Châu), Phong Thổ (Lai Châu), Bát Xát (Lào Cai), Bảo Lạc (Cao Bằng), Quỳnh Châu (Nghệ An)... trong suốt thời gian mùa mưa hàng năm... Nước mưa rơi xuống sườn dốc, tạo thành dòng chảy tràn trên mặt dốc đồng thời cuốn trôi các hạt đất trên toàn bộ diện tích có dòng chảy, làm cho tầng đất bị mất đi từng lớp mỏng, hết lớp này đến lớp khác. Đó là quá trình xói mòn mặt. Khi nước mưa tập trung thành từng dòng nhỏ trên mặt dốc, xói mặt đất thành từng rãnh nhỏ, đồng thời cuốn đi các hạt đất mịn lúc đầu dọc theo đáy rãnh. Nói chung các rãnh xói đều chạy thẳng xuống theo dốc, cũng có khi chạy ngoằn ngoèo tạo thành một mạng lưới phức tạp. Các rãnh xói lúc đầu cạn và nông, sau rộng và sâu dần đến một mức độ nào đó phần lớn các hạt chuyển sang trạng thái lơ lửng và dòng nước từ chảy tầng sang chảy rối. Kích thước rãnh phụ thuộc đặc tính đất trên mặt dốc, độ dốc của sườn. Đó là xói mòn rãnh. Đây là nguồn chính cung cấp cát bùn trong sông ngòi. Ở nước ta, quá trình xói mòn diễn ra chủ yếu dưới hai hình thức xói mòn mặt và rãnh. Tại Tây Bắc, chỉ cần lượng mưa trên 10mm hoặc cường độ mưa 0,1mm phút đã có thể xuất hiện dòng chảy mặt và gây ra xói mòn. Trung bình hàng năm, tầng đất mặt bị bào mòn từ 1,5-3 cm tức là cứ 1 ha mất khoảng 200-400 tấn đất. Nói chung, khi mưa càng lớn, cường độ mưa càng cao thì lượng dòng chảy mặt càng lớn và lượng đất cuốn trôi càng nhiều.

- Thảm phủ thực vật trên sườn dốc trước tiên ngăn cản không cho hạt mưa rơi tác động trực tiếp vào lớp đất mặt, giảm tác dụng phá hoại kết cấu tầng đất của hạt mưa. Tán lá cây có khả năng giữ lại một lượng nước mưa nhất định, khoảng 13-14% rồi bốc hơi. Tại những sườn dốc có cây che phủ, do lá cây thổi rữa, do sự hoạt động của bộ rễ cây, tầng đất mặt thường được phủ một lớp mùn dày có khả năng thấm và giữ nước rất cao làm cho lượng dòng chảy mặt và tốc độ nước chảy giảm rõ rệt, do đó năng lượng bào mòn và lượng xói mòn giảm đi. Nói chung lượng xói mòn sườn dốc dù chỉ có một lớp cỏ che phủ cũng có thể giảm nhỏ một vài lần so với sườn dốc có cây cối. Trên sườn dốc  $25^{\circ}$ , tốc độ dòng chảy ở

chỗ không có lá cây mục phủ mặt lớn gấp 29 lần ở nơi có lá phủ. Rừng cũng có tác dụng hạn chế quá trình bào mòn của gió. Độ lặp lại của gió mạnh có thể giảm tới 1-5% ngay cả sườn dốc đến 30° có thực vật phát triển tốt. Nhìn chung những sườn dốc có độ che phủ cao, từ 0,6 trở lên, quá trình xói mòn diễn ra không đáng kể, ngay cả sườn dốc đến 30° (Độ che phủ là tỷ số diện tích được tán lá che khuất với toàn bộ diện tích).

- Ảnh hưởng của độ dốc được thể hiện qua các đặc điểm về hướng dốc và hình dạng, độ lớn và chiều dài sườn dốc. Hướng dốc khác nhau thu nhận được ánh nắng mặt trời khác nhau nên mức độ phong hoá bởi nhiệt độ khác nhau. Hướng dốc cũng có ảnh hưởng lớn đến lượng mưa và do đó ảnh hưởng đến sự phát triển của thảm phủ. ở sườn đón gió thịnh hành mang ẩm, lượng mưa nhiều hơn, tạo điều kiện thuận lợi hơn cho sự phát triển của rừng cây so với hướng khuất gió. Vì thế lượng xói mòn ở hai phía sườn dốc sẽ rất khác nhau. Có ba loại hình dáng mặt dốc: mặt dốc lồi, thẳng và lõm. Nói chung, lượng xói mòn trên mặt dốc lồi và thẳng cao hơn mặt dốc lõm. Trong trường hợp mà nối tiếp các mặt dốc lồi hay mặt dốc thẳng là thung lũng sông suối, thì các sản phẩm xói mòn trên mặt dốc sẽ được đưa trực tiếp vào lưới sông suối, tạo thành dòng chảy cát bùn. Nói chung, quá trình xói mòn bắt đầu phát sinh trên sườn dốc 2-3° và tăng nhanh từ 5° trở lên. Nếu các điều kiện khác như nhau, thì độ dốc càng tăng, tốc độ xói mòn của dòng chảy trên mặt dốc càng lớn. Khi tốc độ dòng chảy tăng hai lần - sức bào mòn tăng gấp 4 và khối lượng đất bị cuốn đi tăng gấp 32 lần; kích thước hạt đất bị cuốn đi có thể tăng 64 lần.

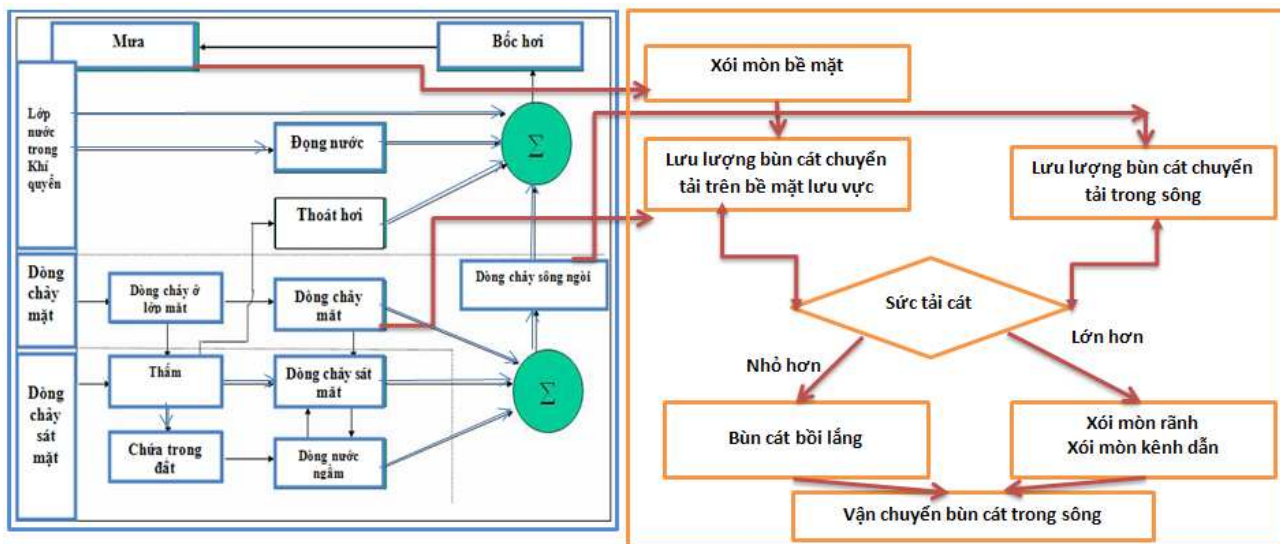
- Đất là đối tượng của quá trình xói mòn. Đất được cấu tạo do quá trình phong hoá các loại nham thạch gốc, có thành phần và các tính chất hoá lý khác nhau. Vì thế, các loại đất khác nhau có khả năng chống xói mòn khác nhau. Quyết định khả năng chống xói mòn của đất là những đặc tính vật lý của nó : khả năng thấm nước, khả năng giữ ẩm và đặc biệt là hàm lượng các hạt có đường kính nhỏ hơn 0,01mm (hạt mịn). Nói chung, đất nhiều mùn, xốp có khả năng thấm và giữ nước cao có khả năng tốt chống lại hoạt động xói mòn của mưa và dòng chảy mặt. Ngược lại, tầng đất ít chất hữu cơ, hạt thô kết cấu kém, rời rạc, không có khả năng giữ nước, dễ bị bào mòn và cuốn trôi.

- Hoạt động kinh tế của con người có ảnh hưởng mạnh mẽ đến cường độ xói mòn và làm cho nó có thể thay đổi rất lớn so với quá trình tự nhiên. Do tác động của con người, quá trình xói mòn sườn dốc có thể giảm hoặc tăng lên. Cụ thể như sau: Tiến hành khai thác rừng không hợp lý, cùng với sự phát triển nương rẫy bừa bãi trên các sườn dốc để trồng các loài thực vật có thời gian ngắn (dưới 1 năm), kể cả trên sườn dốc có độ dốc trên 25° dẫn đến việc huỷ diệt lớp phủ thực vật, phá vỡ cấu trúc tầng đất, phơi đất cho nắng mưa, gió trực tiếp phá hoại sẽ làm tăng đáng kể lượng xói mòn. Ngược lại, việc trồng rừng trên những vùng đất cùng với việc áp dụng các biện pháp sản xuất hợp lý kết hợp với những phương thức chống xói mòn đã làm giảm đáng kể lượng xói mòn sườn dốc. Theo các kết quả nghiên cứu ở Liên Xô và Mỹ, sự xói mòn trên sườn dốc có cây xói có thể lớn hơn hàng trăm lần so với các sườn dốc có lớp phủ thực vật tự nhiên hay lớp phủ thực vật được cấy trồng. Việc cây xói trồng cây ngang theo đường bình độ và cày xới dọc có ảnh hưởng rất khác nhau đến quá trình xói mòn sườn dốc. Cày xới trồng trồng ngang dốc làm tăng khả năng thấm nước, giữ nước, giảm nhỏ tốc độ dòng chảy trên sườn dốc và do đó làm giảm lượng xói mòn. Thí nghiệm cho thấy, lượng đất bị bào mòn trong trường hợp cày xới ngang dốc giảm đến 20 lần so với cày xới dọc dốc.

Theo hình thức vận động của bùn cát, chia ra 2 loại: Bùn cát lơ lửng là bùn cát cuốn theo dòng nước ở trạng thái lơ lửng và bùn cát đáy là loại bùn cát lắng chuyển ở đáy dòng sông. Giữa dòng chảy sông ngòi và bùn cát có quan hệ chặt chẽ với nhau. Vào mùa lũ Q lớn thì bùn cát nhiều, vào mùa kiệt Q nhỏ thì bùn cát ít.

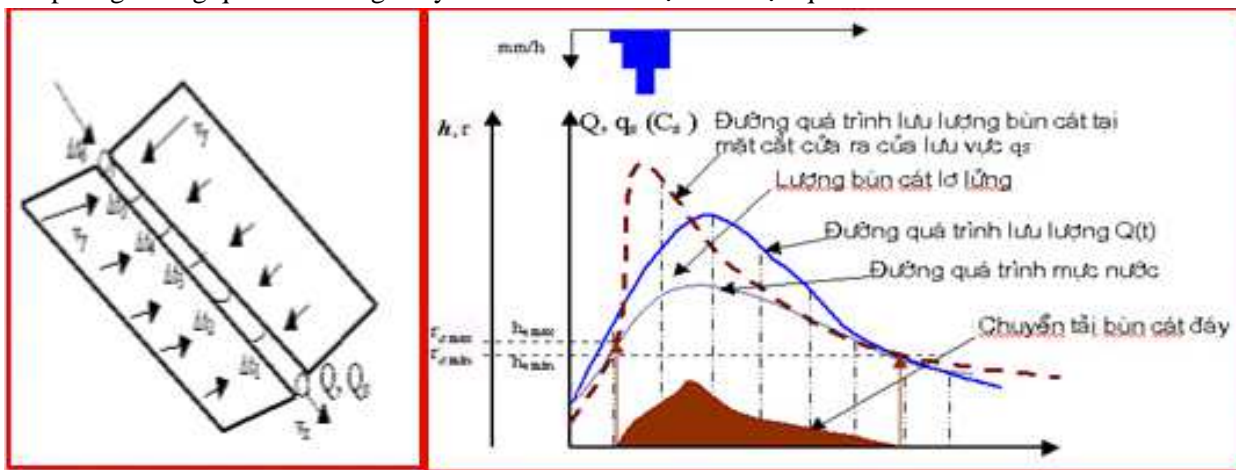
Sơ đồ hình thành dòng chảy và bùn cát trên lưu vực được mô phỏng trong hình vẽ sau:





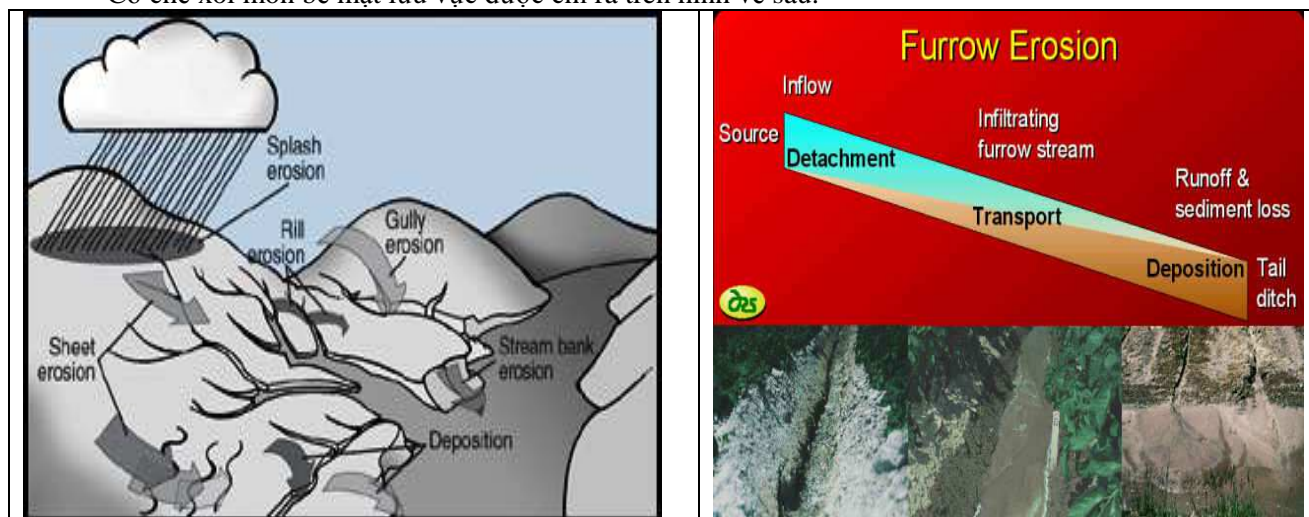
**Hình 1:** Sơ đồ hình thành dòng chảy và bùn cát trên lưu vực

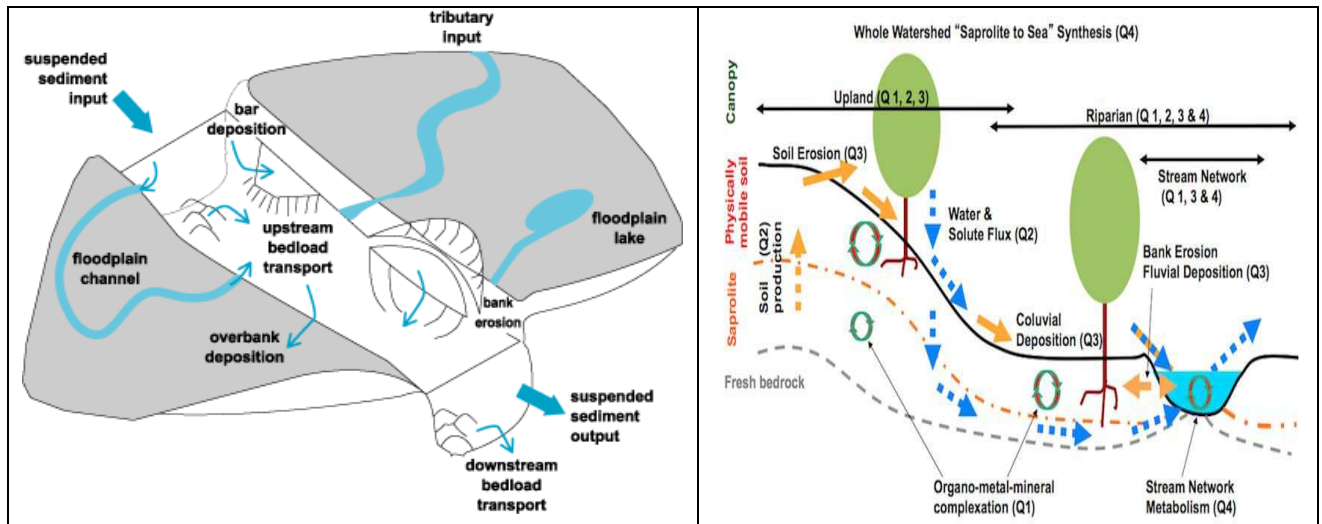
Mô phỏng đường quá trình dòng chảy bùn cát trên lưu vực thể hiện qua hình vẽ sau:



**Hình 2:** Mô phỏng đường quá trình dòng chảy bùn cát trên lưu vực

Cơ chế xói mòn bề mặt lưu vực được chỉ ra trên hình vẽ sau:





Xói mòn rãnh là lớp đất mỏng bị xói mòn trên bề mặt lưu vực do mưa. Lượng đất bị xói mòn trên bề mặt lưu vực được xác định theo công thức sau của Foster (1976) và Beasley (1977):

$$E_i = 0.138 * K * C * i^2$$

Trong đó:

$E_i$  là xói mòn rãnh [ $\text{kg}/\text{m}^2.\text{h}$ ]

K: Hệ số xói mòn của đất [ $\text{t.h}/(\text{ha.N})$ ](được xác định bằng lượng đất mất đi cho một đơn vị xói mòn của mưa trong các điều kiện chuẩn)

C: Hệ số ảnh hưởng của cây trồng đến xói mòn đất [-] (tỷ lệ đất mất đi của thửa ruộng nào đó so với lượng đất mất đi từ thửa ruộng được làm đất theo tiêu chuẩn bỏ hóa cách năm).

I: Cường độ mưa [ $\text{mm}/\text{h}$ ]

Lượng bùn cát chuyển tải trên bề mặt lưu vực được xác định theo công thức sau (Julien et al.

1985):

$$q = 3600 \cdot \frac{E * A * \Delta t * q}{v}$$

Trong đó:

E: Lượng xói mòn [ $\text{kg}/\text{m}^2.\text{h}$ ]

A: Diện tích bề mặt lưu vực

$\Delta t$ : Thời đoạn tính toán

q: Lưu lượng dòng chảy qua một đơn vị chiều rộng [ $\text{m}^3/\text{s.m}$ ]

v: Lưu tốc của dòng chảy [ $\text{m}/\text{s}$ ]

Khả năng chuyển tải bùn cát (sức tải cát) được xác định theo công thức sau:

$$g_s = a \cdot I_o^{5/3} \cdot q^{5/3}$$

Trong đó:

a: hệ số xói mòn đất [-]

I: Độ dốc [%]

q: Lưu lượng dòng chảy qua một đơn vị chiều rộng [ $\text{m}^3/\text{s.m}$ ]

Tương quan giữa lượng xói mòn đất và lượng vận chuyển bùn cát như sau:

$$S = A \times Dr$$

A: Lượng xói mòn đất bề mặt (tấn)

Dr: Hệ số gia nhập bùn cát

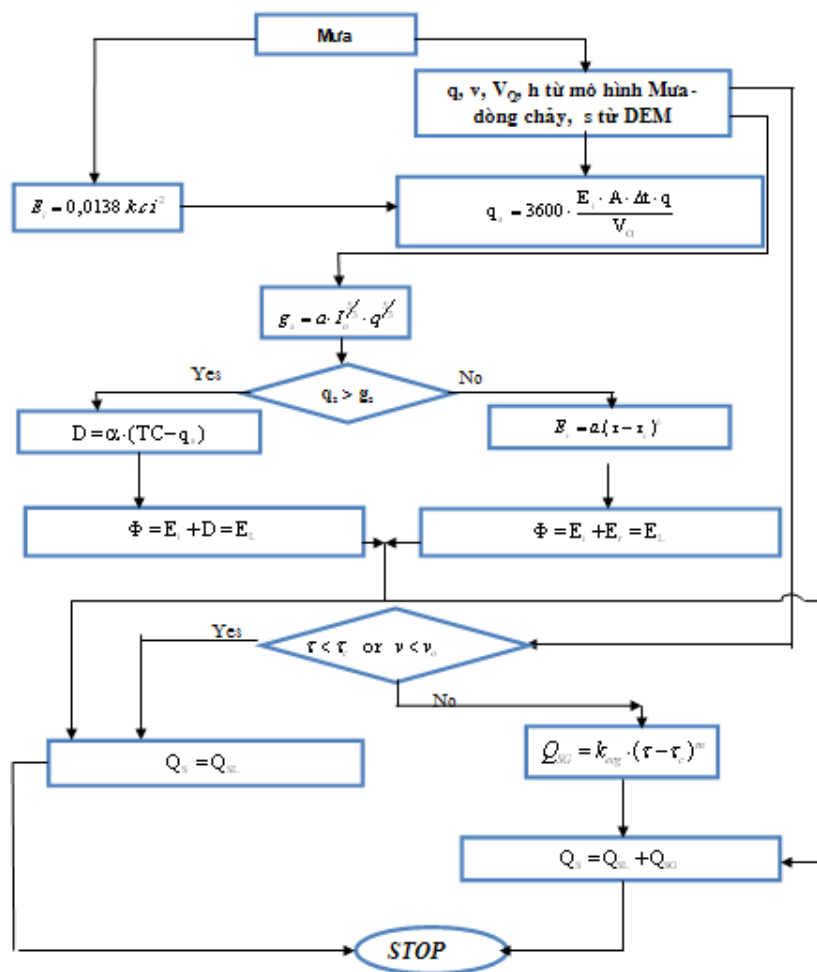
$$Dr = 10(r/l)$$

r: độ dốc lưu vực

l: chiều dài sườn dốc

## 2. Xây dựng sơ đồ khối tính toán dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên lưu vực

Sơ đồ khối tính toán dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên lưu vực được thể hiện trong hình vẽ sau:



Từ sơ đồ khối tính toán như trên tiến hành xây dựng phần mềm tính toán vận chuyển bùn cát trên lưu vực vừa nhỏ. Kết quả xây dựng phần mềm tính toán vận chuyển bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ sẽ được giới thiệu trong báo cáo tổng kết đề tài cấp cơ sở.

### KẾT LUẬN

Bài báo giới thiệu về cơ sở lý thuyết mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát bị xói mòn trên lưu vực trên cơ sở xem xét quá trình xói mòn đất bề mặt lưu vực. Trên cơ sở đó, có thể lựa chọn ngôn ngữ xây dựng phần mềm mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ, giúp cho việc đánh giá mức độ xói mòn và từ đó đề ra được giải pháp bảo vệ, chống xói mòn, nâng cao năng suất cây trồng.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Phan Anh Tuấn (1995): Mô hình dòng chảy một chiều và trên cát đáy ở sông đồng bằng, luận án TSKT.
- [2]. Đất Việt Nam – Hội khoa học đất Việt Nam – Nhà xuất bản Nông nghiệp, 2000.
- [3]. Dr Derek Clarke – “CropWat for Windows : User Guide”, 1998
- [4]. S.L. NEITSCH and others. “SWAT Theoretical documentation”. 2000
- [5]. World Meteorological Organization. “Guide to Hydrological Practices”. 1994
- [6]. The Uplands Program ”Sustainable Land Use and Rural Development in Mountainous Regions of Southea.

### Abstract

#### *Research the theoretical basis to model simulations of sediment transport in small and medium basins*

*This paper presents the theoretical basis for the simulation of sediment transport in the basin on the basis of considering the soil erosion. From there, select the language can build software simulation of sediment transport processes in small and medium basins, help to assess soil erosion and thus proposed a solution to protect against soil erosion and improve crop yields.*

**Keyword:** *Sediment transport; soil erosion*