

GS. TS. Tống Đức Khang  
PGS. TS. Nguyễn Đức Quý

# BẢO VỆ ĐẤT CHỐNG XÓI MÒN VÙNG ĐỒI NÚI



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

GS.TS TỐNG ĐỨC KHANG  
PGS.TS NGUYỄN ĐỨC QUÝ

# BẢO VỆ ĐẤT CHỐNG XÓI MÒN VÙNG ĐỒI NÚI

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

## LỜI NÓI ĐẦU

Nước ta có khoảng 21 triệu ha đất dốc, trong đó đất bị suy thoái do xói mòn là 15,4 triệu ha chiếm tới 73,3%. Để phát triển sản xuất nông nghiệp ở vùng đất này, công tác bảo vệ đất chống xói phải được đặt ra hàng đầu.

Cuốn sách "Bảo vệ đất chống xói mòn vùng đồi núi" giới thiệu với bạn đọc một số nét về tình hình xói mòn ở Việt Nam, nguyên nhân gây xói mòn đất và các biện pháp tổng hợp chống xói mòn có hiệu quả.

Hy vọng cuốn sách này là tài liệu bổ ích, thiết thực góp phần vào chương trình bảo vệ đất chống xa mạc hóa của chính phủ hiện nay.

**Các tác giả**

## **MỤC LỤC**

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Lời nói đầu.....                                     | 3  |
| Chương I. Xói mòn đất ở Việt Nam .....               | 5  |
| Chương II. Nguyên nhân gây xói mòn đất.....          | 9  |
| I. Nguyên nhân .....                                 | 9  |
| II. Phân loại khả năng của đất .....                 | 15 |
| Chương III. Biện pháp chống xói mòn .....            | 17 |
| I. Mục đích ý nghĩa của công tác chống xói mòn ..... | 17 |
| II. Nguyên tắc công tác chống xói mòn .....          | 18 |
| III. Xác định lượng xói mòn đất .....                | 20 |
| IV. Biện pháp nông nghiệp chống xói mòn đất .....    | 23 |
| V. Chống xói mòn bằng biện pháp lâm nghiệp .....     | 34 |
| VI. Chống xói mòn bằng biện pháp công trình .....    | 39 |
| Tài liệu tham khảo.....                              | 95 |

## CHƯƠNG 1. XÓI MÒN ĐẤT Ở VIỆT NAM

Xói mòn đất là hiện tượng lớp đất mặt bị bào mòn do các hạt đất tách rời nhau và di chuyển ra khỏi bề mặt đất.

Xói mòn làm cho đất mất dần các chất dinh dưỡng dẫn tới suy thoái gây tác hại nghiêm trọng cho sản xuất nông nghiệp và môi trường sinh thái. Hiện tượng xói mòn thường xảy ra mạnh trên đất dốc. Ở nước ta trong bảy vùng kinh tế sinh thái, có bốn vùng đất dốc với diện tích đất bị thoái hóa do xói mòn là 15,4 triệu ha chiếm 73,3%.

*Bảng (I-1): Phân bố đất dốc và đất bị thoái hóa do xói mòn ở Việt Nam*

| Vùng kinh tế sinh thái         | Tổng diện tích (triệu ha) | Tỷ lệ đất dốc |     | Tỷ lệ diện tích có rừng (%) | Tỷ lệ đất bị thoái hóa do xói mòn |      |
|--------------------------------|---------------------------|---------------|-----|-----------------------------|-----------------------------------|------|
|                                |                           | Ha            | %   |                             | %                                 | Ha   |
| 1. Miền núi và trung du Bắc bộ | 9,8                       | 9,3           | 9,5 | 9                           | 80                                | 7,8  |
| 2. Khu IV cũ                   | 5,2                       | 4,1           | 81  | 12                          | 70                                | 3,6  |
| 3. Duyên hải miền trung        | 4,4                       | 3             | 70  | 13                          | 65                                | 2,8  |
| 4. Tây Nguyên                  | 5,2                       | 4,6           | 90  | 23                          | 60                                | 1,2  |
| Tổng cộng                      | 24,6                      | 21,0          |     |                             |                                   | 15,4 |

(Nguồn: Thái Phiên, Ngô Tử Xiêm - Sử dụng bền vững đất miền núi và vùng cao ở Việt Nam NXB nông nghiệp 2002)

Mức độ xói mòn ở các vùng đất khác nhau và phụ thuộc vào lượng mưa rơi, độ dốc mặt đất, độ che phủ thực vật. Bảng (I-2) giới thiệu mức độ xói mòn ở một số vùng của Việt Nam.

*Bảng (I-2): Đặc trưng một số vùng và lượng đất mất do xói mòn*

| Vùng                                                                                                              | Đặc điểm tự nhiên và canh tác                                                                                                                      | Lượng đất<br>trôi<br>Tấn/ha/năm |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Vùng trung du núi thấp                                                                                         | Lượng mưa hàng năm 1.500 - 2.000mm<br>Độ dốc mặt đất: 3° - 15°<br>Cây trồng: cây lương thực, cây công nghiệp và cây ăn quả<br>Độ che phủ: 20 - 40% | 50 - 100                        |
| 2. Vùng núi phía Bắc, Đông Bắc; giữa vùng Tây Bắc; phía Bắc dãy Trường Sơn; phía Bắc, Đông Bắc và đông Tây Nguyên | Lượng mưa hàng năm 2.000 - 2.400mm<br>Độ dốc mặt đất: 15° - 25°<br>Cây trồng cây lâu năm và thực vật, rừng tự nhiên<br>Độ che phủ: 20 - 40%        | 100 - 200                       |
| 3. Vùng tây bắc; Một phần bắc Tây nguyên vùng Đaklak và Lâm Đồng                                                  | Lượng mưa hàng năm: 2.400 - 2.800mm<br>Độ dốc: 20° - 40°<br>Cây trồng: Cây lâu năm, rừng tự nhiên, đất trồng đồi trọc                              | 200 - 300                       |
| 4. Phần phía Bắc giữa và cùng dãy trường sơn; móng cái; Đông tây nguyên; Đông bắc Nam bộ                          | Lượng mưa hàng năm: 2.400 - 2.800mm<br>Độ dốc: 40° - 50°<br>Hầu như không còn rừng<br>Độ che phủ 1 - 20%                                           | 300 - 500                       |
| 5. Các địa phương có lượng mưa năm rất lớn: Bắc Giang, phía tây Huế và Trà My                                     | Lượng mưa hàng năm 3.200 - 4.500mm<br>Độ dốc trên 25°<br>Hầu như không còn rừng<br>Độ che phủ 1-20%                                                | >500                            |

*Nguồn: Nguyễn Quang Mỹ - Xói mòn và biện pháp phòng chống trên lãnh thổ Việt Nam.*

Qua bảng (I-2) ta thấy một quy luật chung là: Vùng có lượng mưa lớn, độ dốc mặt đất cao, độ che phủ mặt đất nhỏ thì lượng đất bị mất do xói mòn càng lớn.

Do tầng đất mặt bị bào mòn, một lượng lớn các chất dinh dưỡng bị cuốn trôi đi. Một thí nghiệm về xói mòn của Viện khoa học nông nghiệp tại Sơn La năm 1962 cho kết quả được thể hiện trong bảng (I-3): Sau 4 vụ canh tác lúa nương, lượng Mùn từ 5,7% giảm còn 2,2%, N tổng số từ 0,24% còn 0,07%, Lân tổng số từ 0,11% còn 0,08%, Kali tổng số từ 3,80% còn 3%. Độ chua PH(kcl) giảm đi rõ rệt: Từ 5,8 hạ xuống còn 3,6.

*Bảng (I-3): Sự biến đổi các chất dinh dưỡng do xói mòn sinh ra*

| Chỉ tiêu theo dõi                         | Nương mới<br>phát | Đã canh tác 2<br>vụ | Đã canh tác 4<br>vụ |
|-------------------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Mùn (%)                                   | 5,7               | 3,1                 | 2,2                 |
| N tổng số (%)                             | 0,24              | 0,13                | 0,07                |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tổng số (%) | 0,11              | 0,09                | 0,08                |
| K <sub>2</sub> O tổng số (%)              | 3,80              | 3,11                | 3,00                |
| PH (kcl)                                  | 5,80              | 4,3                 | 3,60                |

*Nguồn: Tài liệu thí nghiệm xói mòn ở Sơn La (1962) - Viện khoa học nông nghiệp Việt Nam.*

Nhiều kết quả nghiên cứu đã xác định hàng năm bình quân 1ha đất dốc do xói mòn bị mất đi khoảng 1 tấn mùn, 50kg  $P_2O_5$  và 50kg  $K_2O$  cùng một lượng đáng kể các nguyên tố vi lượng.

Hậu quả của việc mất các chất dinh dưỡng là đất bị suy thoái nghiêm trọng, giảm khả năng sản xuất rõ rệt. Kết quả thí nghiệm trong bảng (I-4) chỉ rõ điều này.

*Bảng (I-4): Năng suất cây trồng trên đất dốc bị xói mòn*

| Năm canh tác | NS ngô (tạ/ha) | NS lúa nương (tạ/ha) |
|--------------|----------------|----------------------|
| Năm thứ 1    | 12             | 9,1                  |
| Năm thứ 2    | 7,1            | 5,6                  |
| Năm thứ 3    | 3,0            | 2,3                  |
| Năm thứ 4    | 1,4            | -                    |

*Nguồn: Tài liệu thí nghiệm Viện Khoa học Nông nghiệp, Sơn La, 1962.*

Áp lực tăng dân số ở nước ta ngày một gia tăng, nhu cầu cung cấp lương thực, thực phẩm và nguyên liệu cho công nghiệp cũng tăng theo, vì vậy việc khai thác có hiệu quả các vùng đất dốc là một chiến lược trong phát triển sản xuất nông nghiệp, ở đó chống xói mòn bảo vệ đất hiện rất khẩn cấp phải được đặt lên hàng đầu.

## **CHƯƠNG II. NGUYÊN NHÂN GÂY XÓI MÒN ĐẤT**

### **I. NGUYÊN NHÂN**

Xói mòn đất là do sự tách rời và di chuyển các hạt đất ra khỏi bề mặt đất. Đây là hiện tượng vật lý tự nhiên giúp tạo nên dạng hiện nay của bề mặt trái đất. Với nền văn minh hiện đại, áp lực về đất tăng cao dẫn tới việc khai thác quá mức, dần dần làm cho đất suy thoái. Xói mòn đất có thể do hiện tượng tự nhiên gây ra (geologic erosion) và xói mòn do khai thác đất quá mức (accelerated erion).

- Xói mòn đất do tự nhiên gây ra: Do tác động của mưa, dòng chảy, địa hình, gió, nhiệt độ không khí và trọng lực nước. Đây là một quá trình liên tục, chậm rãi nhưng ngấm ngầm, dẫn đến làm suy thoái các vùng núi, tạo ra các vùng đồng bằng và ven biển phì nhiêu.

- Xói mòn tự nhiên là một phần của quá trình tái tạo tự nhiên còn gọi là xói mòn đất cho phép. Lớp đất bào mòn cho phép là từ 0,025 tới 0,125mm trong một năm. Lượng đất mất đi trong điều kiện bình thường thay đổi từ 5 - 10 tấn/ha/năm.

- Xói mòn do con người: Chủ yếu do lỗi quản lý như: Tăng vụ quá mức mà không có biện pháp bảo vệ đất thích hợp, hoặc phá rừng, phá hủy nghiêm trọng tầng đất mặt làm mất sự cân bằng trong quan hệ đất, cây trồng, môi trường.

## **1. Các dạng xói mòn đất**

Quá trình xói mòn đất trải qua hai giai đoạn đó là sự tách rời các hạt đất rồi dẫn đến sự di chuyển của chúng.

Tác nhân chính của hai giai đoạn này là gió, nước và tác động của trọng lực.

### ***1.1. Xói mòn do gió***

Xói mòn do gió là sự tách rời và di chuyển các hạt đất do tác động của gió. Ở những vùng có lượng mưa nhỏ, nhiệt độ không khí trong ngày cao, tốc độ gió rất lớn. Điều kiện như thế thường xảy ra ở những vùng khô hạn và bán khô hạn.

Xói mòn gió thường do quản lý kém nguồn đất như là canh tác quá mức, phá rừng,... Việc này phá hủy dính kết các hạt đất và làm cho chúng dễ nhạy cảm với xói mòn gió. Xói mòn gió xảy ra chậm rãi dẫn tới vùng đất cát, người ta gọi là hiện tượng sa mạc hóa.

Xói mòn gió trải qua ba giai đoạn:

- Lực tác động của gió phá hủy bề mặt đất.
- Di chuyển lớp đất bị xói mòn tới vị trí khác.
- Sự lắng đọng các hạt đất khi tốc độ gió giảm đi.

Quá trình xói mòn đất do gió xảy ra rất phức tạp do hai lực đối lập tác động vào hạt đất. Lực tác động của gió cố thổi các hạt đất đi và lực dính kết giữa các hạt đất chống lại sự tách rời của các hạt đất cát có độ dính kết kém và do đó dễ bị xói mòn, ngược lại đất sét có khả năng chống xói mòn đất hơn.

Pasak (1967) giới thiệu phương trình sau đây để tính lượng đất bị trôi do gió gây ra.

$$S_E = 22,02 - 0,72P - 1,69M_s + 2,64R \quad (II-1)$$

Trong đó:

- $S_E$ : Lượng đất bị gió cuốn đi ( $\text{g/m}^2$ )
- $P$ : tỷ lệ các hạt đất không bị xói mòn (có kích thước  $70,8\text{mm}$ ) tính theo % trọng lượng.
- $M_s$ : độ ẩm tương đối của đất

$$M_s = \frac{M_{s1}}{M_n}$$

- $M_{s1}$ : Độ ẩm tức thời tại thời điểm nào đó (% trọng lượng)

$$M_n = \frac{M}{2.4}$$

- $M$ : Tỷ lệ % các hạt sét trong đất (hạt sét có kích thước  $\leq 0,01\text{mm}$ )
- $R$ : Tốc độ gió gần mặt đất.

Để tiện tính toán, Pasak đã thiết lập các công thức để tính toán lượng đất trôi do xói mòn gió cho từng loại đất như sau:

$$\text{Đất cát: } S_E = -269,24 + 24M - 1,65M_o + 20,92R$$

Đất thịt pha cát:  $S_E = 16,09 - 0,58M - 0,18M_0 + 0,42R$

Đất thịt:  $S_E = 1,55 - 0,05M - 0,01M_0 + 0,08R$

## **1.2. Xói mòn do nước**

### *1.2.1. Tác động của mưa rơi*

Mưa là yếu tố chính gây xói mòn đất. Kích cỡ hạt mưa, vận tốc mưa rơi, cường độ và thời gian mưa đều có ảnh hưởng tới mức độ xói mòn.

Kích cỡ hạt mưa thay đổi đáng kể trong một trận mưa. Giới hạn trên kích thước hạt mưa được tìm thấy là 6mm (Blanchard-1950). Những hạt mưa có kích cỡ lớn hơn 6mm có xu hướng phân tán thành các hạt có kích cỡ nhỏ hơn.

Kích thước giọt mưa ảnh hưởng đến tốc độ rơi của nó.

Giọt mưa đạt tốc độ lớn nhất sau khi rơi 7-10m (Law 1941) tốc độ này quyết định đến động năng của giọt mưa. Ta có thể tính được tốc độ cực đại của giọt mưa theo công thức (II-2) (Wang 1972, Park 1982).

$$V_r = \frac{(P_w - P_a) \cdot g \cdot d}{1.8} \quad (\text{II-2})$$

Trong đó:

- $V_r$ : Tốc độ lớn nhất của giọt mưa (m/s)
- $P_a$ : Tỷ trọng không khí (1,2985 kg/m<sup>3</sup> ở 30°C)
- $P_w$ : Tỷ trọng giọt mưa (95,7 kg/m<sup>3</sup> ở 30°C)

- $g$  gia tốc rơi tự do của giọt mưa ( $m/s^2$ )
- $d$  đường kính giọt mưa (mm)

Như vậy khi mưa rơi, động năng của giọt mưa được tạo ra, phá vỡ lớp vỏ đất làm bắn các hạt đất lên để rồi dòng nước cuốn trôi nó đi. Mối quan hệ giữa cường độ mưa và động năng gây xói mòn được Wischmeier và Smith biểu thị ở hệ thức (II-3)

$$E = (200 + 87 \log_{10} I) P \quad (II-3)$$

Trong đó:

- $E$ : Động năng của trận mưa gây xói mòn ( $J/m^2$ )
- $I$ : Cường độ mưa rơi bình quân ( $cm/h$ )
- $P$ : Độ sâu lớp nước mưa ( $cm$ )

Động năng của giọt mưa rơi lớn gấp 250 lần khi nó chảy còn xung lượng của nó lớn hơn 30 lần.

### 1.2.2. Yếu tố địa hình

Yếu tố địa hình bao gồm độ dốc mặt đất và chiều dài dốc. Khi độ dốc mặt đất lớn, vận tốc nước chảy lớn, động năng dòng nước lớn tất nhiên mức độ xói mòn sẽ lớn so với nơi có độ dốc nhỏ.

Chiều dài dốc càng lớn, đất càng dễ bị xói mòn.

Một thí nghiệm tại Trạm Nghiên cứu xói mòn Sông Cầu - Bắc Thái, 1962 cho thấy rõ điều đó.

| Cây trồng | Độ dốc | Năm  | Chiều dài dốc (m) | Đất trôi |     |
|-----------|--------|------|-------------------|----------|-----|
|           |        |      |                   | Tấn/ha   | %   |
| Lạc       | 10°    | 1966 | 10                | 16,2     | 100 |
|           |        | 1967 | 30                | 20,7     | 128 |
|           |        |      | 50                | 23,6     | 146 |

### *1.2.3. Đặc tính đất*

Đặc tính đất có ảnh hưởng đến mức độ xói mòn đất. Đặc tính đất được đặc trưng bởi: Khả năng thấm nước, cấu trúc, độ tơi xốp, sức liên kết giữa các hạt đất.

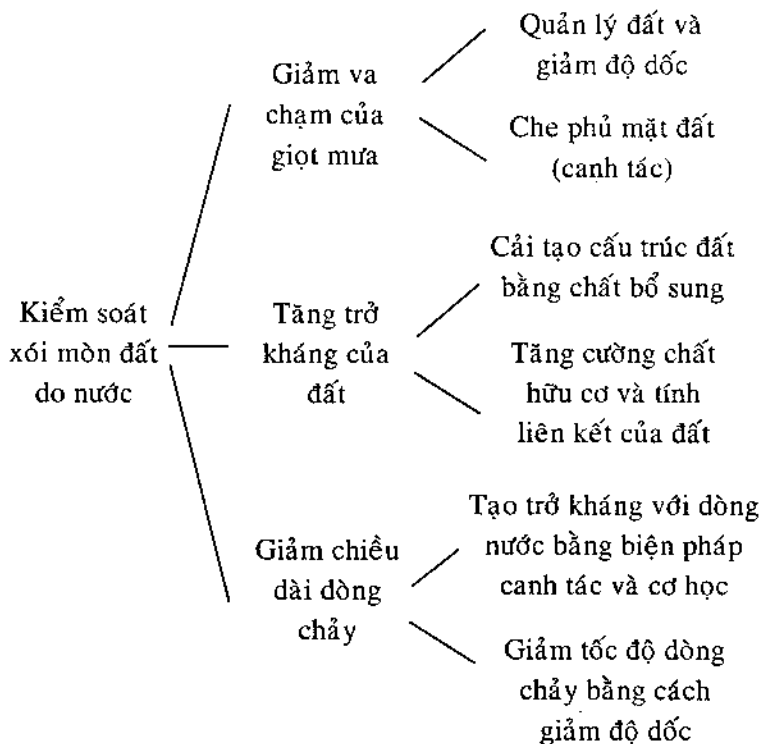
Đất có thành phần cơ giới nhẹ, tơi xốp, tính thấm nước tốt, ít có khả năng hình thành dòng chảy mặt hơn so với đất có thành phần cơ giới nặng và chặt.

### *1.2.4. Độ che phủ thực vật*

Độ che phủ thực vật là một yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đến mức độ xói mòn. Nó có tác dụng:

- Giảm bớt năng lượng gây xói mòn trực tiếp của hạt mưa đối với đất.
- Giảm tốc độ dòng chảy trên sườn dốc.
- Tăng kết cấu của đất, làm tăng tính thấm nước và như vậy giảm dòng chảy mặt.

### 3. Kiểm soát xói mòn đất do nước gây ra



## II. PHÂN LOẠI KHẢ NĂNG CỦA ĐẤT

Theo giáo sư Ghionshyam Das, căn cứ theo độ dốc có thể phân loại thành tám nhóm, biểu thị khả năng của đất.

**Bảng (II-1): Khả năng của đất và biện pháp quản lý xói mòn được khuyến cáo**

| Phân loại                                   | Độ dốc đất(%) | Đặc tính đất                                                                                                                                                                                      | Biện pháp quản lý xói mòn được khuyến cáo                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. Đất thích hợp cho canh tác</b>        |               |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                           |
| I                                           | 0-1           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Đất bằng phẳng</li> <li>- Không xuất hiện dòng chảy mặt</li> <li>- Thích hợp cho cây trồng</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Canh tác để che phủ mặt đất</li> <li>- Nâng cao độ phì đất bằng cách bón phân cân đối, bón phân xanh</li> </ul>                                                                  |
| II                                          | 1-3           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Đất sản xuất</li> <li>- Độ dốc nhỏ</li> <li>- Độ sâu tầng canh tác trung bình</li> <li>- Có dòng chảy mặt xuất hiện và yêu cầu phải tiêu nước</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Luân canh cây trồng</li> <li>- Quản lý nước</li> <li>- Canh tác đặc biệt: Trồng cây theo đường đồng mức và theo băng, làm bờ theo đường đồng mức và ruộng bậc thang</li> </ul>   |
| III                                         | 3-5           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Độ phì trung bình</li> <li>- Độ dốc trung bình</li> <li>- Xói mòn mạnh</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Không khuyến cáo làm cho canh tác</li> <li>- Nên trồng cỏ cho gia súc</li> <li>- Trồng cây theo đường đồng mức và băng</li> <li>- Làm ruộng bậc thang và bờ chắn nước</li> </ul> |
| IV                                          | 5-8           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Đất có chất lượng tốt đất dốc.</li> <li>- Xói mòn mạnh</li> </ul>                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Không khuyến cáo canh tác</li> <li>- Nên trồng cỏ hoặc đồng cỏ</li> <li>- Làm ruộng bậc thang và bờ</li> </ul>                                                                   |
| <b>B. Đất không thích hợp cho canh tác.</b> |               |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                           |
| V                                           | 8-12          | Đất đá                                                                                                                                                                                            | Đồng cỏ, trồng rừng che phủ thực vật, chăn thả có kiểm soát                                                                                                                                                               |
| VI                                          | 12-18         | Tầng đất nông, dốc                                                                                                                                                                                | Giống như trên                                                                                                                                                                                                            |
| VII                                         | 18-25         | Đất dốc, xói mòn mạnh tầng đất nông                                                                                                                                                               | Trồng rừng chắn thả có kiểm soát                                                                                                                                                                                          |
| VIII                                        | >25           | Mấp mọ, quá dốc                                                                                                                                                                                   | Rừng được giữ với mật độ dày che phủ thực vật hoàn toàn không chăn thả                                                                                                                                                    |

## **CHƯƠNG III. BIỆN PHÁP CHỐNG XÓI MÒN**

### **I. MỤC ĐÍCH Ý NGHĨA CỦA CÔNG TÁC CHỐNG XÓI MÒN**

Xói mòn đất là hiện tượng làm nghèo chất dinh dưỡng của đất làm đất bị thoái hóa dần. Xói mòn đất vừa làm mất đất và mất khả năng giữ nước, làm cho đất dần dần mất khả năng canh tác hoặc sản xuất với năng suất thấp. Trường hợp xói mòn nặng sẽ đe dọa tính mạng và tài sản của nhân dân như hiện tượng sụt đất, lở núi, sạt đường giao thông ở vùng đồi núi.

Do vậy công tác chống xói mòn cần được quan tâm nghiên cứu, xác định nguyên nhân, tìm giải pháp giảm thiểu tác hại của xói mòn, tạo điều kiện phát triển bền vững nông nghiệp cho các địa phương miền đồi núi nước ta. Biện pháp chống xói mòn có thể dùng biện pháp phi công trình (nông lâm) và biện pháp công trình (chủ yếu là biện pháp sử dụng các loại công trình thủy lợi ở miền núi) nhằm giữ đất, giữ nước, tạo điều kiện phát triển nông lâm nghiệp ở các vùng đồi núi.

Biện pháp chống xói mòn thường thực hiện đồng bộ trên diện rộng mới có hiệu quả cao. Chống xói mòn thường sử dụng tổng hợp của nhiều biện pháp như thủy lợi kết hợp với nông nghiệp, thủy lợi kết hợp với nông lâm nghiệp, thủy lợi kết hợp với nông nghiệp mới đưa lại hiệu quả lớn. Tùy theo điều kiện cụ thể mà lựa chọn biện pháp cho phù hợp.

## II. NGUYÊN TẮC CÔNG TÁC CHỐNG XÓI MÒN

Chống xói mòn là công tác khoa học, đồng thời là công tác quần chúng bị ảnh hưởng của nhiều yếu tố phức tạp, biến động theo không gian và thời gian, do vậy cần nêu lên những nguyên tắc tổng quát, tạo định hướng lựa chọn biện pháp thích hợp.

Bởi vậy chống xói mòn cần dựa vào các nguyên tắc sau:

1. Chống xói mòn phải kết hợp với điều tiết dòng chảy trên sườn dốc nhằm một mặt giảm lượng đất bị mất do xói mòn để có thể đạt được giới hạn trong phạm vi cho phép mặt khác có thể thỏa mãn yêu cầu khai thác đất nông nghiệp trên vùng cải tạo. Thường lượng đất bị mất phải nằm trong giới hạn từ 2 - 15 tấn/ha/năm, nó phụ thuộc sức dính kết của đất.

2. Công tác chống xói mòn cần nghiên cứu áp dụng các biện pháp khác nhau trên các vùng đất bị xói mòn như vùng trồng cây lương thực, cây ăn quả và cây rừng lấy gỗ.

3. Công tác chống xói mòn cần xét đến hiệu quả kỹ thuật và hiệu quả kinh tế.

4. Công tác chống xói mòn cần được kết hợp với biện pháp thủy lợi với nông lâm nghiệp. Như vậy mới có thể giữ nước, giữ đất, chống bùn cát bồi lắng nhanh, giảm tuổi thọ các hồ chứa ở miền núi, giảm lũ lụt đe dọa các vùng hạ du.

5. Công tác chống xói mòn cần thực hiện liên tục tập trung và thường xuyên nhằm làm cho tốc độ chống xói

mòn phải nhanh hơn tốc độ gây xói mòn thì mới có hiệu quả cao.

6. Công tác chống xói mòn cần lựa chọn cây trồng phù hợp cho năng suất cao, đồng thời phải lưu ý đất không có thực vật che phủ trong thời gian khai thác. Do đó nghiên cứu sử dụng các dạng nông lâm kết hợp khác nhau để việc chống xói mòn có hiệu quả.

7. Công tác chống xói mòn cần thực hiện đa dạng, khép kín, tránh gây ảnh hưởng không tốt đến các vùng khai thác trong lưu vực.

8. Công tác chống xói mòn cần thực hiện theo quy hoạch tổng hợp của lưu vực, thực hiện từ thượng nguồn đến hạ du, sử dụng đa dạng các biện pháp.

9. Công tác chống xói mòn phải đảm bảo điều kiện thuận lợi cho cơ giới hóa trên đất cải tạo.

10. Phải dựa vào lực lượng quần chúng, tuyên truyền, bồi dưỡng các kiến thức cần thiết để quần chúng hiểu được tác hại và lợi ích của công tác chống xói mòn. Từ đó quần chúng sẽ tự giác tham gia phong trào và các dự án chống xói mòn, bảo vệ đất, nước cho các vùng khai thác đất bị xói mòn.

11. Công tác chống xói mòn là công tác thường xuyên lâu dài, có tính thực nghiệm để lựa chọn giải pháp tối ưu có hiệu quả cao về xã hội, về kinh tế.

### III. XÁC ĐỊNH LƯỢNG XÓI MÒN ĐẤT

Lượng xói mòn đất là cơ sở để đánh giá mức độ xói mòn và do đó sẽ nghiên cứu tìm giải pháp giảm lượng xói mòn, làm cho nó đạt đến mức độ giới hạn cho phép.

Hiện có một số phương pháp xác định lượng xói mòn thường được sử dụng, một số phương pháp tồn tại trên một số nước.

#### 1. Công thức Motoc và Trăculesce (Rumani)

Dựa trên cơ sở số liệu thực nghiệm một số vùng của Rumani, hai tác giả đã xây dựng công thức kinh nghiệm:

$$W = PSCML^n I^m \quad (t/ha) \quad (III-1)$$

Trong đó:

- $W$ : Lượng đất bị trôi rửa (t/ha)
- $P$ : Yếu tố ảnh hưởng của khí hậu
- $S$ : Yếu tố ảnh hưởng của đất, thường từ 0,5 - 1,5
- $C$ : Yếu tố phụ thuộc vào tình hình che phủ mặt đất, thay đổi từ 0 đến 7.
- $n$ : Chỉ số kinh nghiệm thay đổi 0,5 - 1,5
- $m$ : Chỉ số kinh nghiệm thay đổi 0,5 - 2
- $I$ : Độ dốc mặt đất (%)
- $L$ : Chiều dài sườn dốc

Công thức đã xét đến ảnh hưởng của nhiều yếu tố nhưng trị số  $P$  chưa có định hướng phạm vi thay đổi của nó,

do đó người sử dụng áp dụng khó khăn. Vì vậy công thức được sử dụng hạn chế.

## 2. Công thức của Koctiakov (Liên Bang Nga)

Dựa trên cơ sở tài liệu thực nghiệm ở Nga, Koctiakov đã xây dựng công thức kinh nghiệm tính lượng đất bị rửa trôi:

Công thức có dạng:

$$G = AL^{1.5} (i - K)^{1.5} I^{0.75} \quad (\text{III-2})$$

Trong đó:

- A: Hệ số chịu ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu, đất, độ che phủ
- L: Chiều dài sườn dốc (m)
- i: Cường độ mưa (mm/phút)
- I: Độ dốc mặt đất
- K: Hệ số thấm của đất (mm/phút)

Công thức này có dạng đơn giản hơn, ít hệ số ảnh hưởng. Các hệ số thường được gộp trong hệ số A nhưng không có chỉ dẫn phạm vi biến đổi của hệ số này, nên khó sử dụng.

## 4. Công thức Wischmeier - Smith (Mỹ)

Người ta đã thử nghiệm đánh giá số lượng và chất lượng đất xói mòn. Xây dựng các trạm thực nghiệm xói mòn đất, nghiên cứu đo đạc lượng bùn cát lơ lửng và ở đáy bằng hệ thống mưa nhân tạo với độ dốc khu thực nghiệm thay đổi.

Dựa trên thông số thu được của thực nghiệm, Wischmeier - Smith đã xây dựng phương trình phỏng đoán trong các vùng khác của Mỹ và trên thế giới.

Công thức có dạng:

$$M = 2.47 RKLSCP \quad (\text{t/ha}) \quad (\text{III-3})$$

Trong đó:

-  $R$ : Hệ số xói mòn do mưa có phụ thuộc vào năng lượng gây xói mòn và cường độ mưa:  $R = f(EI)$

-  $R$  được tính:

$$R = 0,01 E \cdot i_{30}$$

$$E = 12,142 + 8,877 \log i \quad (\text{kgm/ha.mm})$$

-  $i$ : Cường độ mưa (mm/h)

-  $i_{30}$ : Cường độ lớn nhất khi thời gian mưa kéo dài 30 phút

-  $K$ : Hệ số xói mòn đất ảnh hưởng bởi loại đất thường thay đổi từ 0,5 - 1,5

-  $L$ : Chiều dài sườn dốc (m)

-  $S$ : Độ dốc mặt đất khu thực nghiệm

-  $C$ : Hệ số che phủ thực vật của đất thường từ 0 ÷ 7. Đối với vùng chè Tây Nguyên,  $C = 0,7 \div 0,75$

-  $P$ : Hệ số bảo vệ đất, thường từ 0 ÷ 1. Đồi dốc vùng đồi Tây Nguyên,  $P = 0,6$

Công thức này được sử dụng phổ biến hơn so với hai công thức trên.

Một số tác giả đã tiến hành thực nghiệm và sơ bộ xác định lượng xói mòn cho phép trên đất trồng trọt có độ dốc.

*Bảng (III-1): Lượng xói mòn cho phép trên đất dốc*

| Tác giả                   | Lượng đất mất trung bình hàng năm (t/ha) |
|---------------------------|------------------------------------------|
| L.M Thompson              | $1,20 \div 14,4$                         |
| Watt và Miller            | $5 \div 10$                              |
| Browning (Towa)           | $5 \div 15$                              |
| Nayssi Clark (Wissoonsin) | 7                                        |
| Motoc M                   | $3 \div 12$                              |
| Mihai Gh và Ionesen       | $6 \div 9$                               |

#### IV. BIỆN PHÁP NÔNG NGHIỆP CHỐNG XÓI MÒN ĐẤT

Chống xói mòn bằng biện pháp nông nghiệp là biện pháp phi công trình giữ đất, giữ nước bằng cách luôn luôn duy trì một lớp phủ thực vật trên mặt đất. Đây là biện pháp bảo vệ đất chống xói mòn cho hiệu quả cao, ít tốn kém, dễ dàng thực hiện. Mục đích của bảo vệ đất bằng biện pháp này là cải tạo và phát triển lớp thực vật trên mặt đất, cải tạo kỹ thuật cày bừa, đánh luống, trồng tỉa để mặt đất không bị hạt mưa trực tiếp xung kích và không để nước chảy quá mạnh gây xói mòn mặt đất, do đó giữ được lớp đất màu cho đất, sử dụng đất

hợp lý và tạo điều kiện tăng năng suất cây trồng. Những biện pháp cụ thể:

### **1. Canh tác theo chiều ngang của hướng dốc**

Tức là cây bừa đánh luống, trồng theo đường đồng mức tạo điều kiện cản dòng chảy, giảm được lưu tốc dòng chảy, giảm được xói mòn đất. Ví dụ ở nông trường Sông Cầu đã thực hiện trồng khoai theo đường đồng mức đạt năng suất cao, đã đạt 12 tấn/ha. Đó là năng suất thuộc ruộng cao sản, vì nếu trồng theo phương thức cũ chỉ đạt vài tấn thôi.

### **2. Cày sâu**

Cày sâu là biện pháp tăng không gian hoạt động bộ rễ của cây trồng nhằm tăng thêm chất dinh dưỡng cho cây. Mặt khác cày sâu sẽ tăng khả năng nước của đất, tăng sự giữ nước trong đất, giảm bớt lượng dòng chảy trên mặt, giảm được khả năng xói mòn đất.

### **3. Trồng dày hợp lý**

Trồng dày có thể tăng thêm lớp che phủ thực vật giảm bớt lực xung kích của hạt mưa, giữ được độ ẩm của đất, nâng cao năng suất cây trồng. Trồng dày nên căn cứ vào điều kiện sinh trưởng của cây trồng theo loại, giống cây cũng như điều kiện đất đai. Có thể nghiên cứu chế độ phân bón để tăng mật độ cây trồng trên một đơn vị diện tích. Thí nghiệm trồng ngô trên đất dốc ở  $10^\circ$  sẽ thu được lượng xói mòn khác nhau theo mật độ.

**Bảng (III-2): Quan hệ giữa mật độ ngô và lượng xói mòn**

| Số cây/ha | Lượng dòng chảy (m <sup>3</sup> /ha) | Lượng xói mòn (t/ha) |
|-----------|--------------------------------------|----------------------|
| 9.700     | 139                                  | 17,5                 |
| 8.350     | 152                                  | 19,2                 |
| 6.950     | 166                                  | 22,8                 |

#### 4. Trồng dày thành hàng rào

Cây trồng dày xít nhau dọc theo đường đồng mức thành những hàng rào ngăn nước chảy, giữ được nước, giữ được ẩm, giữ được đất màu mỡ bị trôi rửa làm cho năng suất cây trồng tăng lên. Ví dụ ở nông trường Vân Lĩnh trồng chè theo hàng rào theo đường đồng mức, năng suất chè tăng từ 1,5 đến 2 lần. Sử dụng hàng rào thực vật theo đường đồng mức có tác dụng cản trở dòng chảy giữ được nước, trồng xong ít phải chăm sóc, có tác dụng xói mòn trong nhiều năm và tạo thành ruộng bậc thang tự nhiên khai thác đất trồng giữa hai hàng rào.

#### 5. Dùng vật liệu che phủ mặt đất

Dùng vật liệu che phủ mặt đất như tấm nilông hoặc rơm rạ, cỏ khô để che phủ trên mặt đất trồng trọt. Có hai tác dụng: Một là giảm lực xung kích của hạt mưa xuống mặt đất, hai là giảm lượng bốc hơi trên mặt đất, do đó sẽ giảm yêu cầu tưới của cây trồng. Thường người ta dùng các tấm nilông

che phủ các luống, các giải đất trồng trọt, còn rơm hoặc cỏ khô phủ các gốc cây. Như vậy sẽ giảm yêu cầu tưới và chống được xói mòn đất khi mưa hoặc tưới nước.

## **6. Trồng xen băng**

Trồng xen băng là trồng xen kẽ các cây trồng dày với cây trồng thưa hoặc cây có tán với cây bò lan trên mặt đất, hoặc trồng cây với cỏ thành từng băng xen kẽ nhau trên sườn dốc dọc theo đường đồng mức có chiều rộng từ 5 - 10m, trong đó băng cỏ hoặc băng cây trồng rậm lá có khả năng làm giảm dòng chảy, giữ được nước và đất làm cho đất tốt thêm, tăng sản lượng cây trồng.

Kết quả thí nghiệm trồng xen băng có thể xem bảng dưới đây về hạn chế bớt lượng xói mòn đất:

*Bảng (III-3): Quan hệ giữa trồng xen băng và lượng xói mòn đất*

| Công thức thí nghiệm     | Lượng dòng chảy (m <sup>3</sup> /ha) | Lượng xói mòn (t/ha) |
|--------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Không trồng xen          | 319,6                                | 2,6                  |
| Trồng xen băng rộng 10 m | 237,1                                | 2,5                  |
| Trồng xen băng rộng 5m   | 185,6                                | 1,25                 |

Riêng băng cỏ, do giữ nước và giữ đất nên còn có khả năng làm thay đổi dần độ dốc mặt đất biến nương dốc thành nương bậc thang hoặc ruộng bậc thang (Ví dụ: Trường Sơ cấp Nông lâm ở Na Tùng - Lai Châu làm thí nghiệm trồng dải cây phân cách trên nương lúa xen kẽ với

bằng cỏ, sau một năm đã giảm được độ dốc mặt đất từ 15° đến 10°, giảm được 60% lượng xói mòn và sau đó năng suất lúa tăng lên rõ rệt.

## **7. Xen canh gối vụ**

Trồng xen là trồng nhiều loại cây thành từng hàng xen kẽ nhau, trồng gối vụ là trồng các loại cây có thời vụ khác nhau trên cùng một diện tích và thu hoạch trong các thời gian khác nhau. Về mặt chống xói mòn thì xen canh gối vụ nhằm mục đích là luôn luôn duy trì được lớp phủ thực vật trên nương ruộng, do đó giảm được lực xung kích của hạt mưa, giảm lưu tốc dòng chảy trên mặt đất, giảm được sự xói mòn đất. Vì thế nên trồng xen các loại cây trồng dày và cây trồng thưa, cây cao với cây thấp,... Ngoài ra xen canh gối vụ còn có tác dụng sử dụng hợp lý chất phì của đất và diện tích đất, do đó tăng được năng suất và sản lượng. Nông dân khắp nơi có kinh nghiệm xen canh gối vụ như ngô trồng xen với khoai, đậu,... vừa tăng thu nhập, tăng năng suất, làm tốt đất, chống xói mòn.

## **8. Luân canh hợp lý**

Luân canh hợp lý giữa cây rễ nông với cây rễ sâu, rễ cây phàm ăn (ngô, bông,...) với cây ít phàm ăn (cây họ đậu) để tận dụng được chất dinh dưỡng ở độ sâu khác nhau, đồng thời bổ sung chất dinh dưỡng cho nhau, khôi phục được độ phì của đất, làm cho đất tơi xốp, có thể trữ được nước, chống được xói mòn, do đó đảm bảo được tăng sản lượng. Ví dụ, thí

nghiệm của một nước Đông Nam Á về hiệu quả chống xói mòn của biện pháp chống xói mòn.

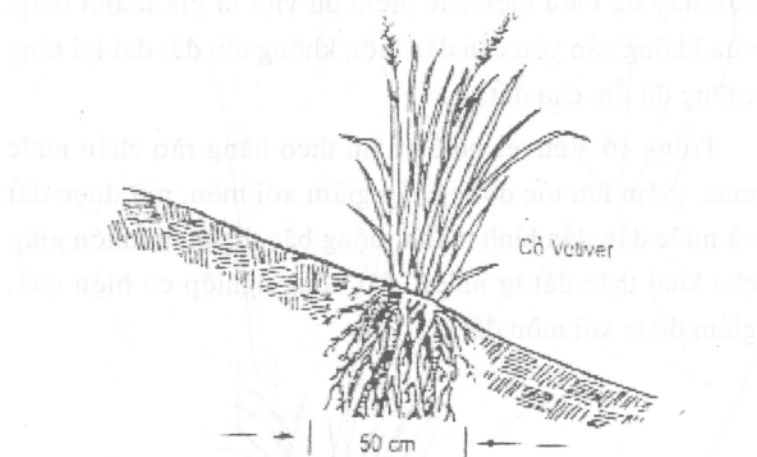
*Bảng (III-4): Tác dụng của kỹ thuật nông nghiệp chống xói mòn*

| Nước                     | Độ dốc (%) | Kỹ thuật áp dụng         | Lượng đất mất (t/ha) |      |       |
|--------------------------|------------|--------------------------|----------------------|------|-------|
|                          |            |                          | 1989                 | 1990 | 1991  |
| Malaysia                 | 10 ÷ 15    | Tập quán cũ              | 101,8                | 51,8 | 9,0   |
|                          |            | Cao su + ngô + lạc       | 26,2                 | 38,2 | 13,5  |
|                          |            | Cao su + ngô + lạc + dừa | 25,2                 | 14,5 | 2,5   |
| Philippines (Chaong Rai) | 15 ÷ 25    | Tập quán cũ              | 19,6                 | 97,0 | 18,4  |
|                          |            | Cây trồng dày            | 14,1                 | 1,0  | 0,1   |
|                          |            | Chuối trồng xung quanh   | 17,2                 | 2,0  | 0,1   |
| Thailand (Chaiang Rai)   | 20 ÷ 50    | Tập quán cũ              | 120,0                | 68,7 | 224,3 |
|                          |            | Cây trồng dày            | 66,6                 | 13,7 | 89,1  |
|                          |            | Hào sườn núi             | 61,8                 | 10,0 | 15,9  |
|                          |            | Nông lâm kết hợp         | 97,9                 | 77,4 | 174,4 |
| Indonesia (Unit XIX)     | 8 ÷ 18     | Tập quán cũ              |                      | 27,0 | 88,0  |
|                          |            | Cây trồng dày            |                      | 12,0 | 11,0  |
|                          |            | Cây trồng phủ đất        |                      | 6,0  | 22,5  |

## 9. Trồng cỏ, giải pháp không công trình hiệu quả cao

Trồng cỏ vừa có thể giữ được đất, được nước, chống xói mòn đất tốt, có khả năng phục hồi chất phì của đất, lại có thức ăn cho gia súc để phát triển nghề chăn nuôi. Việc trồng cỏ có thể thực hiện ít tốn kém về kinh phí và công chăm sóc.

Trồng các loại cỏ bảo vệ đất chống xói mòn có tác dụng tốt nhất, lớn nhất, được áp dụng phổ biến rộng rãi trên khắp thế giới và ngày càng được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam là loại cỏ Vetiver có rất nhiều ưu điểm.

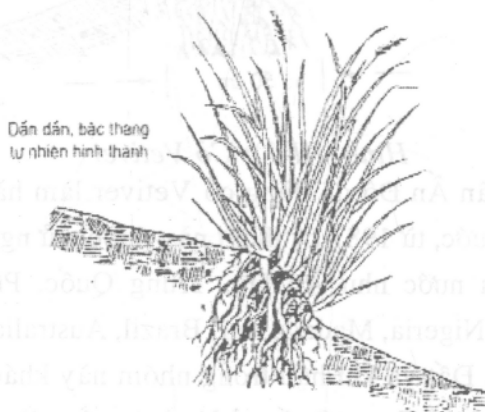


Hình (III-1): Cỏ Vetiver

Nông dân Ấn Độ đã dùng cỏ Vetiver làm hàng rào từ 200 năm trước, từ 1987 kỹ thuật này được thử nghiệm thực tế ở nhiều nước như Ấn Độ, Trung Quốc, Philippines, Indonesia, Nigeria, Madagascar, Brazil, Australia và nhiều nước khác. Đất và khí hậu trong nhóm này khác nhau rất nhiều. Thí dụ, ở Trung Quốc cỏ Vetiver trồng làm hàng rào trên độ dốc  $60^\circ$  để bảo vệ chè và các loại cây của giống cam chanh trên đất có độ pH thấp (4,1). Ở Ấn Độ, loại cỏ

này được sử dụng trên đất đen trồng bông sợi (đất Vertisol bị nứt nẻ nghiêm trọng) ở độ dốc 2% hoặc ít hơn. Ở các nước khác như Trinidad nó được sử dụng nhiều năm để ổn định nền đá cạnh đường. Trong mọi trường hợp, loại cỏ độc đáo này đã biểu hiện các điểm ưu việt là giá thành thấp, vừa không cần yêu cầu đặc biệt, không tốn đất đai lại tăng cường độ ẩm cho đất.

Trồng cỏ Vetiver nhiều năm theo hàng rào chắn nước mưa, giảm lưu tốc dòng chảy giảm xói mòn, giữ được đất và nước dần dần hình thành ruộng bậc thang tự nhiên giúp cho khai thác đất tự nhiên, đất nông nghiệp có hiệu quả, giảm được xói mòn đất.

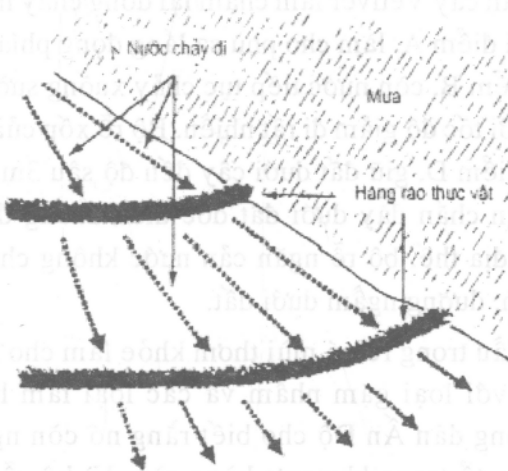


**Hình (III-2): Trồng cỏ Vetiver nhiều năm hình thành bậc thang tự nhiên**

Hàng rào cỏ Vetiver bền vững được hình thành một cách dễ dàng, đơn giản.

Khi dòng chảy gặp hàng rào thực vật, nước chậm lại, tủa ra cho phù sa lắng xuống và rỉ qua hàng rào, vừa chảy vừa ngấm một phần lớn (hình III-3). Đất và nước không bị mất, tập trung thành dòng lớn tùy từng chỗ.

Gần Mysore ở bang Karmataka miền Nam Ấn Độ (ở các thôn xóm của Gimdalrret và Nanjangud chẳng hạn) nông dân phải duy trì hàng rào Vetiver xung quanh trang trại của họ hơn 100 năm. Để giữ hàng rào cho hẹp nông dân chỉ cần cày theo rìa hàng rào cùng lượt đi cày cánh đồng để canh tác. Hàng rào vẫn hoàn toàn tốt, vẫn đảm bảo được đất chống xói mòn.



Hình (III-3): Hàng rào thực vật theo đường đồng mức



Hình (III-4): Thể hiện cắt ngang một hàng rào thực vật đồng mức đang làm việc của nó

Lá, thân cây Vetiver làm chậm lại dòng chảy mang theo phù sa tại điểm A, làm cho phù sa lắng đọng phía sau thân cây tại điểm B, còn nước tiếp tục chảy xuống sườn dốc tại điểm C với tốc độ giảm đi rất nhiều. Bộ rễ xộp của cây, thể hiện tại điểm D, giữ đất dưới cây đến độ sâu 3m. Do hình thành màn chắn dày dưới đất dốc theo đường đồng mức trên một địa thế, bộ rễ ngăn cản nước không cho nó làm lạch, rãnh, đường ngầm dưới đất.

Tinh dầu trong rễ có mùi thơm khỏe làm cho rễ không hấp dẫn với loại gặm nhấm và các loại làm hại khác. Nhiều nông dân Ấn Độ cho biết rằng nó còn ngăn chặn chuột làm tổ trong khu vực hàng rào. Vì bộ rễ dày đặc đẩy lùi thân rễ của loại cỏ *Cynodon dactylon*, hàng rào

sống ngăn ngừa không để chúng xâm nhập thành cỏ dại. Và theo nông dân gần Mysore thì lá cứng, sắc của cây còn làm rấn không đến gần.

Vì sao cỏ Vetiver là cây lý tưởng cho hệ thống thực vật bảo vệ đất, chống xói mòn và giữ độ ẩm? Mặc dù có nhiều loại cỏ, cây đã được thử qua nhiều năm làm biện pháp chống xói mòn nhưng cho đến nay thì cỏ Vetiver chịu được thử thách của thời gian. Như được biết rõ qua liệt kê, xuất phát từ nhận xét về Vetiver zizanioides trên khắp thế giới, loại cây đáng chú ý này, thích hợp một cách lý tưởng với hệ thống thực vật bảo vệ đất và giữ nước. Không có loại cây cỏ nào khác đã biết mà chịu được điều kiện khó khăn, có tính đa dạng như Vetiver.

1. Khi trồng đúng cách, V. Zizanioides nhanh chóng hình thành hàng rào dày đặc, lâu bền.
2. Cây có bộ rễ nhiều sợi ăn sâu vào đất, ôm đất sâu đến 3m, có thể chịu được đường hầm, nứt nẻ.
3. Là loại cây lưu niên, chỉ cần chăm sóc tối thiểu.
4. Trên thực tế, cây không sinh sản, còn vì cây không tạo ra thân bò, thân rễ nên không trở thành cỏ dại.
5. Gốc của cây dưới mặt đất, nên được bảo vệ khỏi chết vì cháy hoặc vì gia súc ăn quá mức.
6. Lá sắc, rễ thơm của cây đẩy lùi các loại gặm nhấm, rấn và các loại phá hại khác.

7. Lá, rễ của cây có khả năng chống được nhiều loại bệnh.

8. Vừa là cây ưa khô (Xerophite) vừa là cây ưa nước (hydrophite), đã mọc lên tốt thì chịu hạn hán, chịu được ngập lụt và thời gian úng ngập lâu.

9. Cây không cạnh tranh với cây trồng mà dùng để bảo vệ. Hàng rào Vetiver đã từng chứng tỏ không có hại mà còn có khả năng làm tăng năng suất của cây trồng xung quanh.

10. Vetiver rễ, dễ trồng thành hàng rào, dễ chăm sóc và còn dễ nhổ bỏ khi không muốn sử dụng nữa.

11. Cây chịu mọc ở tất cả các loại đất, bất kể độ màu mỡ, độ pH, hoặc độ mặn trong đó có cát, đá phiến, sỏi và thậm chí có tính độc của nhôm.

12. Cây chịu mọc ở nhiều vùng khí hậu khác nhau, có thể mọc ở khu vực có lượng mưa hàng năm trung bình từ 200mm đến 6.000mm, với nhiệt độ từ 9°C đến 45°C.

13. Vetiver là loại cây rất khỏe, thậm chí tất cả cây cối xung quanh đã bị phá tan bởi lụt, hạn hán, sâu bệnh, cháy hoặc khó khăn khác, Vetiver vẫn tồn tại để bảo vệ đất khỏi sự tấn công dữ dội của thiên tai.

## **V. CHỐNG XÓI MÒN BẰNG BIỆN PHÁP LÂM NGHIỆP**

*Trồng rừng và bảo vệ rừng là biện pháp tích cực chống xói mòn.*

Căn cứ vào tài liệu thí nghiệm thì 13 ÷ 14% lượng nước

mưa được đọng lại trên chòm cây, 3 ÷ 10% bị bốc hơi ở mặt đất, đất rừng và 50 ÷ 80% được ngấm xuống đất. Nước ngấm xuống đất, một phần giữ lại trong đất, một phần ngấm xuống mạch nước. Như vậy trồng rừng giữ được nước, giảm bớt lượng dòng chảy, giảm tốc độ dòng chảy trên mặt đất, chống được xói mòn, cung cấp nước dần dần cho sông suối và giếng nước, chống được lũ lụt, hạn hán cho cả miền núi và đồng bằng, cải tạo được khí hậu có lợi cho phát triển sản xuất nông nghiệp. Vì thế trồng rừng bảo vệ rừng, chống phá rừng và khai thác rừng có kế hoạch là biện pháp lâm nghiệp rất quan trọng để chống xói mòn ngay từ đầu nguồn, có tác dụng hỗ trợ và tạo điều kiện tốt cho các biện pháp nông nghiệp và thủy lợi chống xói mòn.

Trồng rừng và bảo vệ rừng cần được thực hiện ở những khu vực sau:

### **1. Trồng và bảo vệ rừng chỏm đồi núi cao**

Ở chỏm đồi núi cao, lớp đất mỏng bị gió thổi mạnh thường dễ bị khô cằn, nếu khai phá rừng trên đó để trồng trọt thì cây sinh trưởng và phát triển kém, năng suất thấp.

Rừng trên chỏm đồi núi có tác dụng giữ được nước, duy trì được độ ẩm để cung cấp cho cây trồng ở sườn đồi và chân đồi. Vì thế khi khai phá rừng phải để lại chỏm rừng, đỉnh đồi núi, không được cạo trọc tất cả. Nếu những chỏm rừng đã bị khai phá trọc thì phải trồng lại để tạo được độ che phủ. Ở đây phải được nghiên cứu trồng các loại cây có khả năng chịu hạn chịu gió.

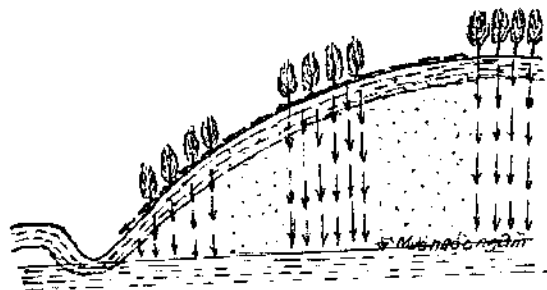
## **2. Trồng và bảo vệ rừng trên sườn dốc lớn**

Ở sườn dốc lớn nước chảy mạnh, nếu rừng bị phá hoại thì xói mòn sẽ rất nghiêm trọng, đồng thời nước và đất sẽ bị xô mạnh xuống phía dưới phá hoại diện tích trồng trọt ở dưới chân đồi. Vì thế trong quy hoạch khai hoang quy định độ dốc cho phép khai phá để trồng trọt, còn ở những độ dốc lớn hơn cần được bảo vệ rừng và trồng rừng.

## **3. Trồng và bảo vệ rừng đầu nguồn**

Ở khe núi đầu nguồn, nước mưa từ các sườn dốc xung quanh chảy tập trung vào khe làm cho đầu khe núi lở dài dần trên sườn dốc, bờ khe lở rộng dần sang hai bên và lòng khe xói mòn sâu dần xuống.

Để bảo vệ rừng đầu nguồn, cần phải trồng rừng và bảo vệ rừng, phối hợp với biện pháp công trình để ngăn ngừa và chống các hiện tượng nguy hại xói lở. Cách bố trí trồng rừng có thể như hình III-5.



Hình (III-5): Rừng trên sườn dốc

Đai rừng, băng cỏ rộng hay hẹp là tùy dòng chảy mạnh hay yếu, đất xốp hay rắn mà định, thường thường tối thiểu là 5 hàng cây.

#### **4. Trồng rừng trên đồi trọc**

Đây là nhiệm vụ rất lớn vì diện tích đồi trọc hiện nay rất lớn. Cần có sự phối hợp giữa ngành lâm nghiệp và các ngành khác để cùng thực hiện.

Trồng rừng trên đồi trọc không những phát triển được nông lâm nghiệp mà còn cải tạo được khí hậu có lợi cho nông nghiệp phát triển. Kế hoạch trồng 5 triệu ha rừng là để giảm diện tích đồi trọc của nước ta, tăng tỷ lệ che phủ rừng góp phần chống xói mòn, sạt lở đất ở miền núi.

#### **5. Trồng và bảo vệ rừng trong lưu vực ao hồ chứa nước**

Nước mưa trong lưu vực hứng nước của hồ chứa nước chảy tập trung về ao hồ mang theo bùn cát lấp ao hồ. Trồng và bảo vệ rừng trong lưu vực hạn chế lượng phù sa chảy về ao hồ, làm chậm tốc độ bồi lắng ao hồ, do đó kéo dài được tuổi thọ của ao hồ để phục vụ yêu cầu các ngành dùng nước. Ven quanh hồ cần được quy hoạch trồng rừng để chống gió bảo vệ bờ khỏi sạt lở.

#### **6. Trồng rừng ven sông**

Dọc bờ sông, những nơi có bãi hoang hoặc cát sỏi không thích hợp cho sản xuất nông nghiệp thì trồng rừng để phát triển lâm nghiệp và để chống sóng gió củng cố bờ sông,

hạn chế sạt lở, gia cố đê chống lũ. Những bãi sông có thể trồng trọt được cũng cần phải được trồng rừng bảo vệ bãi khỏi sạt lở. Có thể trồng thành khoanh rừng to nhỏ, hoặc trồng thành hàng dọc chân đê ngoài để bảo vệ đê chống lũ, giảm sóng và đập vào đê.

## **7. Trồng dọc bờ kênh ven đường**

Trồng cây dọc bờ kênh để bảo vệ bờ kênh khỏi xói lở, giảm bốc hơi nước, giảm ảnh hưởng gió và đồng ruộng do kênh khống chế. Trồng cây dọc đường để chống sạt lở đường, tạo bóng mát cải thiện điều kiện khí hậu, đồng thời làm tăng vẻ đẹp đồng quê, thôn xóm, thành thị. Đối với vùng bị ảnh hưởng gió Lào thì trồng cây ven đê, ven đường, ven kênh sẽ có tác dụng giảm thiểu gió Lào.

Vì vậy, trong quy hoạch các hệ thống thủy lợi cần phải xét đến trồng rừng ven kênh để cải thiện điều kiện khí hậu, giảm bốc hơi, giảm ảnh hưởng gió có hại đến cây trồng.

## **8. Trồng rừng chắn cát, chắn sóng ven biển**

Ở vùng ven biển nơi có nhiều cồn cát di động cần trồng rừng chắn cát, không để cát bị gió cuốn tới lấp mặt diện tích trồng trọt.

Ở những vùng ven biển hoặc vùng cửa sông người ta thường trồng cây sú vẹt để chắn sóng, để giảm tốc độ bào mòn cát bãi, cát ven biển. Ngoài ra ở các bãi cát ven biển người ta thường trồng phi lao, vừa chắn sóng bào mòn bãi

cát, vừa có tác dụng chắn gió, tạo phong cảnh mát cho các khu du lịch, các bãi tắm.

## **VI. CHỐNG XÓI MÒN BẰNG BIỆN PHÁP CÔNG TRÌNH**

Ngoài biện pháp nông lâm nghiệp chống xói mòn đất mang lại hiệu quả kinh tế cho việc khai thác sử dụng đất, các công trình thủy lợi có vai trò tích cực chống xói mòn, bảo vệ đất và nước trong phát triển kinh tế ở miền núi. Vai trò của các công trình thủy lợi là điều tiết thích hợp dòng chảy trên sườn dốc, giảm tốc độ dòng chảy đến giới hạn bào mòn, hút nước theo những đường thẳng mới, giữ một phần hoặc toàn bộ dòng nước góp phần nâng cao độ ẩm của đất khô kiệt trên sườn dốc. Những công trình thủy lợi chống xói mòn ở miền núi bao gồm nhiều chủng loại, tùy điều kiện từng vùng mà lựa chọn sử dụng thích hợp.

Ảnh hưởng gián tiếp của công trình thủy lợi, nhờ nâng cao độ ẩm của đất và ngăn chặn quá trình xói mòn góp phần cải tạo đất nâng cao giá trị kinh tế của nó.

Công trình thủy lợi chống xói mòn gồm nhiều chủng loại khác nhau, tùy điều kiện cụ thể của từng vùng mà lựa chọn sử dụng đất một cách thích hợp.

### **1. Làm bờ ngăn dòng**

#### **1.1. Tác dụng**

- Giảm tốc độ dòng chảy trên sườn dốc.
- Trữ nước giữ ẩm cho cây trồng trên sườn dốc.

## **1.2. Điều kiện sử dụng**

- Đất có kết cấu nhẹ, tính thấm tốt. Như thế để thấm xảy ra trong thời gian ngắn nước không bị ngưng tụ lại, bờ không bị phá hủy nhẹ.

- Không có hiện tượng trượt thắm.

- Bờ ngăn dòng theo đường đồng mức được sử dụng nhiều ở vùng khô hạn.

- Độ dốc mặt đất nhỏ:  $0,02 < i < 0,12$ , chỉ xói mòn mặt, không có xói mòn sâu.

- Mặt đất biến đổi đều đặn để có thể thực hiện song song giữa các bờ.

- Bờ nghiêng cần sử dụng ở vùng có độ dốc mặt đất biến đổi đều đặn, cũng có thể sử dụng ở những vùng có mưa phong phú, trên đất ít thấm, độ ổn định giảm.

## **1.3. Biện pháp**

- Bờ ngăn dòng với cơ rộng, được thực hiện trên đất canh tác, có độ dốc nhỏ hơn 10% chiều rộng  $6 \div 9\text{m}$ ; độ sâu của rãnh từ  $0,3 \div 0,5\text{m}$ .

- Bờ ngăn dòng với cơ hẹp, có độ rộng  $4 \div 6\text{m}$ ; độ sâu của rãnh từ  $0,4 \div 0,6\text{m}$ , được thực hiện độ dốc trên 15% trong các vườn cây và đồng cỏ.

Bờ theo đường đồng mức có kích thước và khoảng cách tương ứng theo yêu cầu giữ toàn bộ dòng chảy, được thiết kế với lượng mưa lớn nhất 24 giờ theo tần suất tính toán,

chiều dài thường từ 300 - 700m. Kích thước và bố trí các bờ ngăn cần để ý đến lượng dòng chảy cần giữ lại, có tính đến tổn thất thấm và bốc hơi nhiều hơn 24 giờ để cây trồng không bị ngập trong rãnh của tường ngăn.

**Bảng (III-5): Định hướng khoảng cách giữa các bờ ngăn quan hệ với sức chịu xói mòn của đất (m)**

| Độ dốc (%) | Đất chịu xói mòn yếu | Đất chịu xói mòn trung bình | Đất chịu xói mòn tốt |
|------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 2          | 41                   | 49                          | 55                   |
| 3          | 34                   | 40                          | 45                   |
| 4          | 30                   | 35                          | 39                   |
| 5          | 26                   | 30                          | 35                   |
| 6          | 24                   | 28                          | 32                   |
| 7          | 22                   | 27                          | 30                   |
| 8          | 21                   | 25                          | 28                   |
| 9          | 20                   | 24                          | 26                   |
| 10         | 19                   | 22                          | 25                   |
| 11         | 18                   | 21                          | 24                   |
| 12         | 17                   | 20                          | 23                   |

Đối với bờ nghiêng, tiêu chuẩn cơ bản để xác định kích thước và bố trí là ngăn ngừa dòng chảy từ mưa rào với cường độ tính toán theo tần suất thiết kế. Xem xét lưu lượng dòng chảy gây nên trên toàn diện tích không giới hạn phải nhỏ hơn khả năng vận chuyển của rãnh cạnh bờ ngăn.

Độ dốc dọc của tường ngăn phải xét đến lưu tốc dòng chảy không gây xói mòn.

Với bờ nghiêng, vai trò chính là bảo đảm vận chuyển nước trên hệ thống, ngoài ra có vai trò phụ là lưu trữ một phần nước. Độ dốc dọc không được vượt quá 1%.

Bờ nghiêng có phạm vi áp dụng chặt chẽ hơn bờ đồng mức.

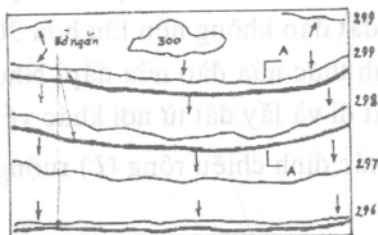
Trong điều kiện có trữ nước, khoảng cách giữa các bờ xác định theo hệ thức sau:

$$L = \frac{h^2}{2\delta p} \left( \frac{1}{i} + m \right) \quad (\text{III-4})$$

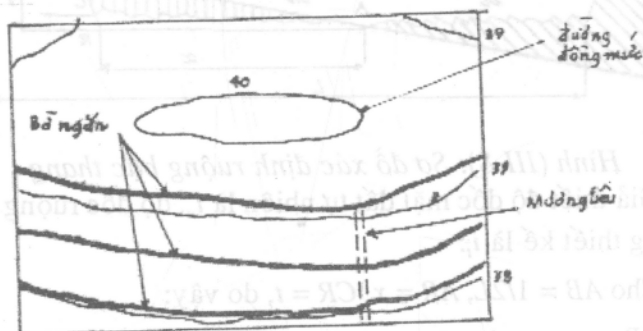
Trong đó:

- $h$ : Độ sâu trữ nước (mm)
- $i$ : Độ dốc mặt đất
- $m$ : Hệ số dốc của bờ
- $\delta$ : Hệ số dòng chảy
- $P$ : Lượng mưa thiết kế (mm)

Trường hợp tính thấm của đất kém, lượng mưa nhiều, hệ số dòng chảy lớn, tính khoảng cách  $L$  theo III-4 nhỏ, khả năng giữ toàn bộ lượng nước mưa kém, bờ dễ bị phá vỡ. Để tránh hiện tượng này, có thể làm bờ tạo với đường đồng mức một góc nhỏ và làm mương tiêu thẳng góc với đường đồng mức với điều kiện độ dốc dọc lớn hơn 0,005. Khi độ dốc  $i > 0,12$  thì làm ruộng bậc thang.



Hình (III-6): Bờ ngăn dòng Hình (III-7): Hình cắt A-A



Hình (III-7): Bờ ngăn dòng kết hợp mương tiêu

## 2. Ruộng bậc thang

Ruộng bậc thang là biện pháp giữ đất chống xói mòn phổ biến nhất.

Chiều rộng ruộng bậc thang phụ thuộc vào độ dốc mặt đất, tính chất cây trồng.



Thay (4) vào (2) ta có:

$$CR = \frac{y.i_t}{i_n - i_t} \quad (5)$$

Xem tam giác ABR là vuông thì:

$$AB = \frac{L}{2} = \sqrt{x^2 + (y+t)^2} \quad (6)$$

Thay (1) vào (6) ta có:

$$\frac{L}{2} = \sqrt{x^2 + x^2.i_n^2} = x\sqrt{1+i_n^2} \quad (7)$$

Thay (3) vào (7) ta có:

$$L = \frac{2y\sqrt{1+i_n^2}}{i_n - i_t} \quad (8)$$

Như vậy chiều rộng ruộng bậc thang phụ thuộc độ sâu lớn nhất của lớp đào đất, độ dốc mặt tự nhiên và độ dốc mặt ruộng thiết kế.

Chiều cao ruộng bậc thang được xác định theo:

$$h = L.i_n \quad (9)$$

Thay (8) vào (9) và biến đổi ta có:

$$h = \frac{2 \cdot v i_n \sqrt{1 + i_n^2}}{i_n - i_t} \quad (10)$$

Thường lấy độ cao trong khoảng  $h = 0,9 - 1,8\text{m}$ .

Thành nghiêng của ruộng thường từ 1/5 - 3/5 phụ thuộc vào độ chặt của đất.

Để bảo vệ bờ ruộng người ta có thể trồng cỏ hoặc làm mương thoát nước.

Người ta đã xác định được quan hệ giữa chiều rộng ( $L$ ) với độ dốc mặt đất  $i$  theo bảng (III-6).

*Bảng (III-6): Quan hệ giữa  $L$  với  $i$*

| Độ dốc mặt đất (%) | Chiều rộng thửa ruộng (m) |
|--------------------|---------------------------|
| 5 - 10             | 150 - 80                  |
| 10 - 15            | 80 - 50                   |
| 15 - 20            | 50 - 25                   |
| 25 - 35            | 25 - 15                   |

### 3. Mương sườn đồi

Mương sườn đồi có hiệu quả lớn hơn bờ ngăn dòng về mặt điều tiết dòng chảy trên sườn dốc, nhưng cản trở cơ giới hoạt động và mất đất canh tác.

Khi thiết kế để giữ toàn bộ dòng chảy thì đáy kênh nằm ngang và gọi là kênh đồng mức hoặc rãnh tập trung dòng chảy còn nếu chỉ giữ một ít dòng chảy thì đáy kênh có độ dốc nhất định. Thường được áp dụng trên địa hình có độ dốc lớn như các vườn cây ăn quả, rừng lâm nghiệp.

Kênh sườn đồi được bố trí trên điều kiện đất ổn định (khí hậu, đất đai, địa hình, điều kiện sử dụng,...). Nói chung không bố trí trên đất biến đổi phức tạp.

Điều kiện thích hợp đối với bố trí kênh sườn đồi:

- Đất dốc mặt đất đến 25%, còn trường hợp rừng hoặc vườn cây ăn quả có san phẳng đến 35%.

- Mặt đất biến đổi đều đặn.

- Đất kết cấu trung bình, thấm tốt.

- Không tồn tại sự trượt đất.

Trên đất nông nghiệp, kênh sườn đồi bố trí ở giới hạn của các giải của cây trồng hoặc viền các băng cỏ.

Trên đất trồng cây ăn quả sẽ bố trí ở khoảng giữa các hàng cây.

### **3.1. Tác dụng**

Cắt dòng chảy sườn dốc trữ nước, làm tăng độ ẩm của đất, bảo vệ khe suối, chống xói mòn.

### **3.2. Vị trí**

Bố trí ven theo đường đồng mức, có bờ kết hợp với mương chặn dòng.

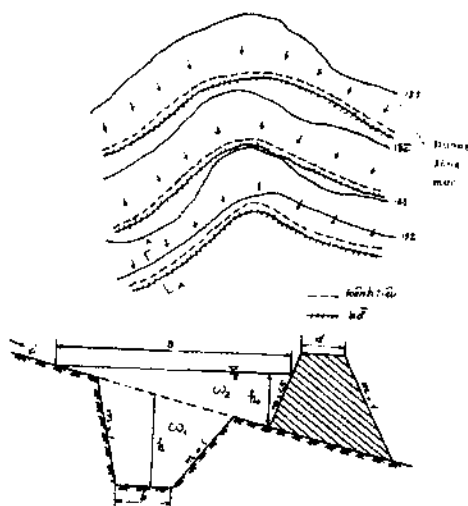
a. Vị trí: Bố trí ven theo đường đồng mức, có bờ kết hợp mương chặn dòng.

Mương sườn đồi sử dụng trên sườn dốc có độ dốc đồng đều với độ dốc từ 10 - 20%, cho vườn cây vùng khô hạn, đất có kết cấu nhẹ và trung bình.

b. Dung tích trữ nước của mương trên 1m dài của đường kênh được xác định theo hệ thức:

$$V' = \sum_{i=1}^2 W_i = \left[ (b + mh)h + \frac{h^2}{2} \left( \frac{1}{i} + m \right) \right] \quad (III-5)$$

Các ký hiệu của công thức theo hình vẽ bên dưới.



Hình (III-9): Bờ ngăn dòng và kênh tiêu

c. Khoảng cách giữa các mương được xác định theo quan hệ độ dốc mặt đất, tính chất đất, tình hình che phủ thực vật, yêu cầu trữ nước mưa, có thể xác định theo biểu thức (tính cho 1m đường kênh)

$$L = \frac{\gamma \left[ (b + mh)h + \frac{h_0^2}{2} \left( \frac{1}{i} + m \right) \right]}{\alpha \cdot \beta \cdot I \cdot i} \quad (III-6)$$

Trong đó:

- $\alpha$ : Hệ số dòng chảy
- $\beta$ : Phần trăm lượng mưa được giữ lại trong ruộng sườn đồi
- $i$ : Cường độ mưa (m/phút)
- $t$ : Thời gian mưa (phút)
- $\gamma$ : Hệ số xét đến điều kiện trữ nước  $\gamma > 1$ .

Khoảng cách  $L$  có thể tham khảo bảng III-7.

**Bảng (III-7): Khoảng cách  $L$  cho phép**

| Độ dốc (%) | Khoảng cách cho phép (m) |                             |                      |
|------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|
|            | Đất chịu xói mòn tốt     | Đất chịu xói mòn trung bình | Đất chịu xói mòn yếu |
| 6          | 31                       | 25                          | 18                   |
| 8          | 27                       | 22                          | 16                   |
| 10         | 24                       | 20                          | 14                   |
| 12         | 22                       | 18                          | 13                   |
| 15         | 20                       | 16                          | 12                   |
| 17         | 18                       | 14                          | 10                   |
| 20         | 15                       | 11                          | 8                    |
| 22         | 12                       | 9                           | 6                    |
| 24         | 10                       | 8                           | 5                    |

**Bảng (III-8): Kích thước kênh và bờ kênh**

| Bộ phận công trình  | Ký hiệu | Kích thước sử dụng |           |
|---------------------|---------|--------------------|-----------|
|                     |         | Bình thường        | Tối thiểu |
| Bờ                  |         |                    |           |
| Độ sâu giữ nước     | $h_0$   | 0,75               | 0,35      |
| Chiều rộng bờ       | $d$     | 0,50               | 0,35      |
| Hệ số mái dốc trong | $m_1$   | 1,5                | 1,5       |
| Hệ số mái dốc ngoài | $m_2$   | 1,0                | 1,0       |
| Kênh                |         |                    |           |
| Chiều sâu nước      | $h$     | 1,0                | 0,5       |
| Chiều rộng đáy      | $b$     | 0,5                | 0,35      |
| Hệ số mái dốc       | $m$     | 1,0                | 1,0       |

#### **4. Ao núi kết hợp hồ vẫy cá**

Ao núi là loại công trình tập trung dòng chảy tự do gây xói lở đất và xói lở các công trình khác.

##### **4.1. Tác dụng**

Trữ nước chống hạn và cung cấp nước cho chăn nuôi, sinh hoạt. Tác dụng quan trọng là chắn dòng lũ trên khe suối làm yếu sức phá hoại của nước.

##### **4.2. Vị trí**

- Đặt nơi thấp nhất nhưng cao hơn ruộng để bảo đảm dẫn nước tự chảy vào ruộng.

- Để tránh mất nước nên đào nơi đất tốt (đất sét).
- Đào cạnh làng hoặc đường giao thông để tiện sinh hoạt quản lý và bảo vệ.

#### **4.3. Hình dạng và cấu tạo**

Hình tròn là tốt nhất, nhưng thi công không thuận lợi so với hình vuông hoặc chữ nhật. Cấu tạo ao núi thường có 3 bộ phận: lòng ao, bờ ao và cửa nước ra vào.

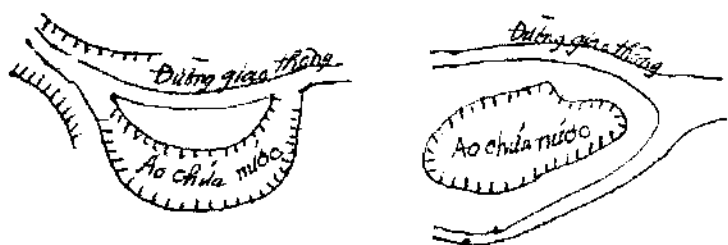
Nếu ao núi làm chỗ đất bằng thì lấy đất đắp thành bờ để tăng thêm dung tích trữ nước. Nếu làm chỗ đất dốc thì tùy theo địa hình mà làm thành nửa đào nửa đắp. Bờ ao thường cao hơn mặt đất từ 0,3 - 0,7m, đỉnh rộng không quá 1m.

Để tăng thêm nguồn nước cho ao, người ta thường đào mương đón dòng hoặc mương nối với các nguồn nước khác dẫn vào ao để tăng thêm nguồn nước trữ.

#### **4.4. Dung tích của ao**

Dực vào lượng mưa thiết kế, diện tích tập trung nước, hệ số dòng chảy, lượng nước dùng và áp dụng phương pháp tính toán khi nước nhỏ để xác định. Để giảm tổn thất bốc hơi và thấm thấu, ao núi không nên đào quá nhỏ và phân tán.

Ao núi có thể bố trí bên cạnh đường giao thông để thuận tiện theo dõi quản lý sử dụng.

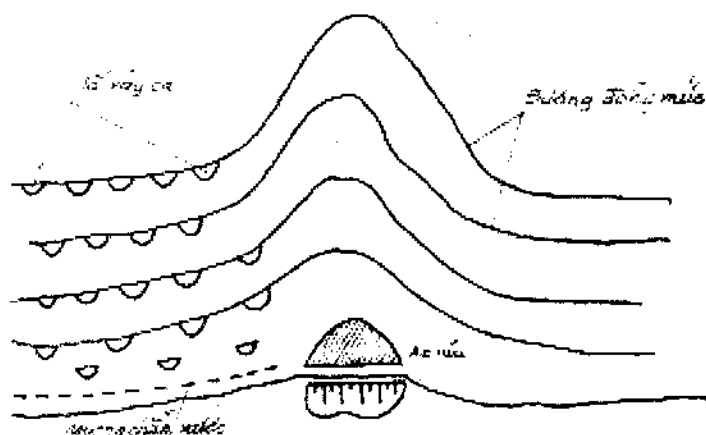


Hình (III-10): Bố trí ao núi

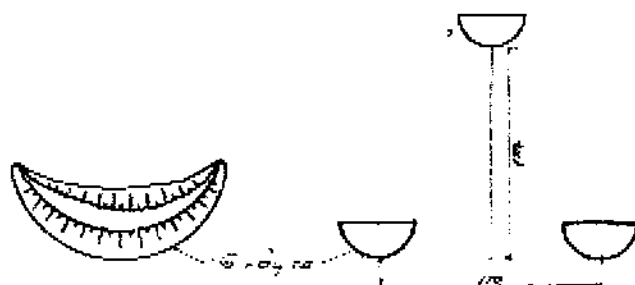
Có thể đào ao núi ở đầu hoặc chân khe kết hợp làm hố vẩy cá trên sườn dốc trồng cây chống xói mòn giữ ẩm cho đất, vì hố vẩy cá có dung tích trữ nước nhỏ nên phải kết hợp với ao núi.

Hố vẩy cá được bố trí men theo đường đồng mức, trên các hố vẩy cá người ta kết hợp trồng cây gây rừng chống xói mòn. Đây là biện pháp có hiệu quả kinh tế, nhưng khả năng chặn dòng và chống xói mòn không bằng ruộng bậc thang. Hố vẩy cá là hình thức san đất không liên tục, còn ruộng bậc thang là hình thức san đất liên tục. Hố vẩy cá có thể thực hiện ở độ dốc trung bình  $> 20\%$ , địa hình không đồng đều, đất tơi xốp nhưng không gây nguy hiểm sạt lở, không phù hợp với đất nặng và mực nước ngầm nông.

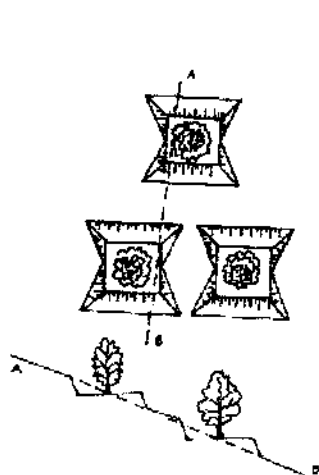
Hố vẩy cá có thể làm dạng vuông, tròn hoặc hình bán nguyệt.



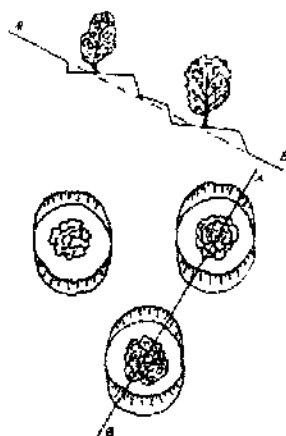
Hình (III-11): Bố trí ao núi và hố vẩy cá



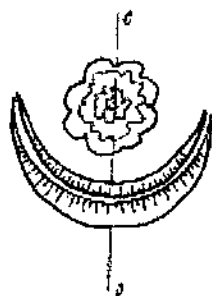
Hình (III-12): Quy cách hố vẩy cá



(Dạng 1)



(Dạng 2)



(Dạng 3)



Hình (III-13): Các dạng hố vẩy cá

## **5. Phai đập**

Phai đập là loại công trình sử dụng phổ biến ở miền núi để trữ nước cho nông nghiệp sinh hoạt và chống xói mòn.

### **5.1. Tác dụng**

- Ngăn nước làm chậm dòng chảy
- Ngăn đất cát, chống xói lở lòng khe và bờ. Trên phai đập khi bị bồi lắng, lấp bằng thì biến thành ruộng bậc thang thực hiện canh tác nông nghiệp. Đối với phai đập chưa bị bồi lấp thì trữ nước tưới và cung cấp nước sinh hoạt.

### **5.2. Phân loại phai đập**

Có thể phân theo loại vật liệu làm phai đập:

- Phai đập đất
- Phai đập đá
- Phai đập gỗ
- Phai đập bằng rọ đá
- Phai đập bằng bó cành cây
- Phai đập bê tông cốt thép

### **5.3. Quy hoạch bố trí phai đập**

#### **a, Xác định tần suất thiết kế**

Tần suất thiết kế được chọn dựa vào điều kiện sau:

- Biện pháp khống chế dòng chảy trên mặt dốc, tập trung dòng chảy của khe núi và thời gian dự kiến phát huy tác dụng. Nếu mặt dốc đã được cải tạo và đã có thể

khống chế tốt được dòng chảy thì tần suất có thể chọn thấp và ngược lại.

- Dựa vào các yêu cầu của sông hạ lưu đối với dòng chảy của đập. Nếu yêu cầu cao thì tần suất phải lớn.

*b, Xác định độ cao của phai đập*

Độ cao phai đập phải căn cứ vào vật liệu sử dụng mà quyết định chủ yếu là áp lực nước và bùn cát công trình chịu đựng được. Tốc độ dòng chảy trên đỉnh đập phải nhỏ hơn hoặc bằng tốc độ không bị xói lở cho phép của vật liệu tương ứng.

Để phai đập được an toàn nên lấy độ cao 1,5 - 3m là thích hợp.

Dựa vào tài liệu kinh nghiệm cho thấy rằng:

- Phai bằng bó cành cây cao 1m
- Phai đập bằng đá xếp cao 1,5m
- Phai đập bằng đá xây vữa cao 3,5m
- Phai đập đất cao 0,5m

*c, Xác định khoảng cách và số lượng phai đập trên khe suối*

Số lượng và khoảng cách giữa các phai đập phụ thuộc độ cao phai đập, độ dốc khe suối, độ dốc bù trừ ( $i_c$ ) sau khi phai đập được bồi lấp.

Độ dốc này có thể xác định theo công thức:

$$i_c = \frac{f \cdot d(\gamma' - \gamma)}{0,03 \gamma K^2 C^2 R} \quad (\text{III-7})$$

Trong đó:

-  $f$ : Hệ số ma sát của vật liệu vận chuyển. Giữa đá với đất sét là 0,35, giữa đá với đá là 0,75

-  $\gamma$ : Trọng lượng riêng của nước

-  $\gamma'$ : Trọng lượng riêng của bùn cát, thường 2,6 - 2,8 t/m<sup>3</sup> (hỗn hợp với đá)

-  $K$ : Hệ số dòng chảy làm giảm tốc độ dòng chảy do ma sát giữa nước với bùn cát.

$$K = \frac{\gamma}{\delta + n(\gamma' - \gamma)} \quad (\text{III-8})$$

-  $n$ : Tỷ số giữa khối lượng bùn cát với khối lượng nước trong dòng chảy (hệ số pha trộn)

-  $R$ : Bán kính thủy lực

-  $C$ : Hệ số Chézy

Với đất có cấu trúc nhẹ, độ dốc chọn là  $i_c = 1,5\%$ , còn đối với đất có cấu trúc trung bình thì  $i_c = 0,8 - 3\%$ , có thể tham khảo bảng III-9.

*Bảng (III-9): Quan hệ  $i_c$  với các loại đất*

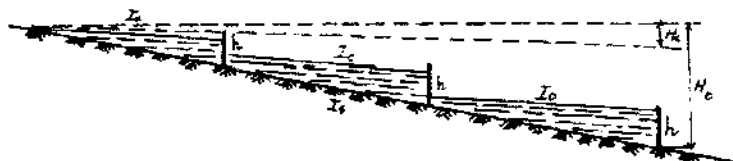
| Loại đất           | $i_c$ |
|--------------------|-------|
| Cát khô lẫn đá sỏi | 0,02  |
| Đất sét            | 0,01  |
| Đất thịt pha sét   | 0,008 |
| Đất cát            | 0,005 |

Số lượng phai được xác định theo hệ thức:

$$N = \frac{H_i - H_o}{h} = \frac{L(i_i - i_c)}{h} \quad (III-9)$$

Trong đó:

- $N$ : Số phai cần bố trí
- $H_i$ : Độ cao chênh lệch giữa đỉnh và chân dốc
- $H_o$ : Độ cao chênh lệch toàn bộ giữa đường nằm ngang
- $h$ : Độ cao của phai
- $i_c$ : Độ dốc mặt đất tự nhiên
- $L$ : Chiều dài đường đáy dốc



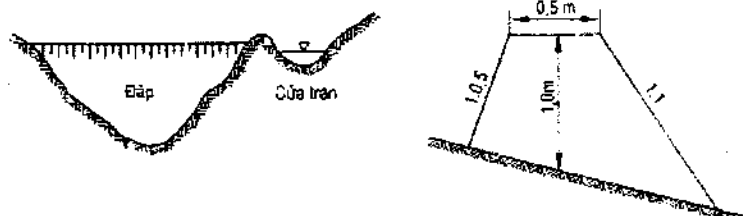
*Hình (III-14): Quy hoạch số phai trên dốc*

### + Đập bằng đất

Loại này thường được làm ở các khe núi, khe suối hay sườn núi thưa cây đã bị xói lở thành khe rãnh. Đập có tác dụng ngăn nước mưa, đất cát, phòng xói lở, ổn định khe rãnh tạo điều kiện có lợi cho cây cối sinh trưởng. Loại đập này có thể sử dụng vật liệu tại chỗ, phí tổn ít.

#### - Đập đất loại nhỏ:

Đập đất loại nhỏ là những đập cao không quá 1m, đỉnh rộng 0,3 - 0,5m, mái dốc thượng lưu 1:0,2 - 1:0,5, mái hạ lưu tùy theo sườn núi, nội chung là 1:1. Cửa tràn có thể bố trí giữa đập hoặc ở đầu đập (chỗ có đất rắn chắc). Mái hạ lưu và ven đỉnh đập phải trồng cỏ để bảo vệ đập, chống xói mòn.



Hình (III-15): Đập đất

- Đập đất loại vừa:

Đập đất loại vừa là những loại đập làm ở khe rãnh sâu, có tác dụng làm chậm tốc độ nước chảy, ngăn đất cát, giữ cho khe rãnh khỏi bị phá hoại. Loại đập này thường cao từ 1 đến 5m. Ở thượng lưu có trữ nước, xem như một hồ chứa nhỏ, nước chứa có thể dùng làm nguồn tưới nước ruộng, sau khi đập bị lấp đầy có thể làm đất trồng trọt.

Tùy theo điều kiện địa phương mà xác định cấu tạo đập.

+ Đập bằng đá

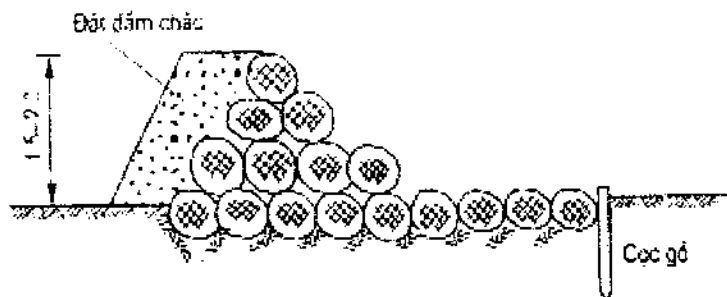
Căn cứ theo phương pháp xây, đập đá có mấy loại:

- Đập đá xây khan:

Loại đập này làm khi đập không cao lắm, thường xây dựng ở lòng khe bằng đất. Hai đầu đập cần cắm vào bờ 0,5m. Móng đập cần sâu 0,5m, rộng 1m. Trên mặt đập cần có cửa tràn nước. Để khe khỏi bị xói lở, phía hạ lưu nên xây thành từng cấp và nên dùng đá to, tương đối phẳng xếp thành từng cấp. Các lớp gối lên nhau, ít nhất là 1/3 viên đá, xếp so le nhau. Mái hạ lưu thường là 1:1, nếu điều kiện khai thác đá khó khăn thì mái có thể dốc hơn. Ở phía hạ lưu đập cần có sân sau bảo vệ và đổ đá rời chống xói. Trong thân đập, có thể làm bằng đá nhỏ, trên đỉnh đập có thể dùng đá hộc loại lớn. Sau khi xây đập xong, nên thu dọn tất cả đá dăm hoặc sỏi thừa đổ xuống phía thượng lưu đập, làm thành kiểu dốc nghiêng để bảo vệ đập. Kích thước và mặt cắt thường dùng như hình (III-16).



Loại đập này có ưu điểm là dễ làm, ít tốn kém, sử dụng được vật liệu địa phương, làm nhanh nhưng có hạn chế là không được bền và mất nhiều công bảo dưỡng.

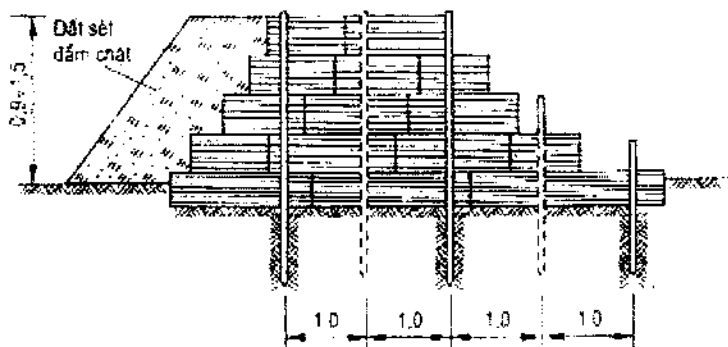


*Hình (III-17): Đập rọ đá*

+ Đập bằng bó cành cây

Đập bằng bó cành cây thường làm ở những suối, khe có độ dốc nhỏ và lưu lượng nước lũ không lớn. Nó có ưu điểm là dễ làm và làm nhanh, ít tốn kém, nhưng có hạn chế là dễ mục, mau hỏng.

Lấy cành tre hoặc cành cây thẳng, bó thành bó tròn, đường kính 0,4 - 0,5m, cứ 0,5m buộc một dây. Giữa các bó cây với nhau có một lớp cát sỏi hoặc đất lèn chặt lại. Mỗi bó đóng độ 2 - 3 cọc gỗ, mỗi cọc cách nhau 1m, đóng sâu xuống đất độ 1 - 1,5m. Hai đầu đập gối chắc vào bờ 0,5 - 1m. Xem hình III-18.



Hình (III-18): Đập bằng bó cành cây

Kích thước của đập đá xây vữa xi măng hoặc bê tông dựa vào điều kiện sau để xác định:

- Ổn định lật:

$$x = \frac{\sum M_{\perp}}{\sum F_{\perp}} > 0 \quad (III-10)$$

- Điều kiện ứng suất:

$$\tau = \frac{\sum F_{\perp}}{100b} \left( 1 \pm \frac{6e}{b} \right) \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (III-11)$$

$$(\tau) = 1,5 \div 2,5 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\tau \leq [r]$$

Điều kiện chống lật có thể biểu thị bằng hệ số k:

$$K = \frac{\sum M_{\text{đ}}}{\sum M_{\text{r}}} \quad K \geq 15 \quad (\text{III-12})$$

- Điều kiện chống trượt:

$$f \geq \frac{\sum F_{\text{h}}}{\sum F_{\text{r}}} \quad (\text{III-13})$$

Trong đó:

- $\Sigma F_{\text{h}}$ : Tổng lực nằm ngang
- $\Sigma F_{\text{v}}$ : Tổng lực nằm đứng
- $\Sigma M_{\text{đ}}$ : Tổng moment của lực gây lật
- $\Sigma M_{\text{r}}$ : Tổng moment của lực chống lật
- $b$ : Chiều rộng đập (m)
- $e$ : Độ lệch tâm

## **6. Bạc nước, dốc nước, máng phun**

Để giảm tốc độ và năng lượng dòng chảy trên các khe suối, sườn dốc, người ta có thể sử dụng bạc nước, dốc nước hoặc máng phun. Các công trình này phụ thuộc vào nhiều yếu tố như địa hình, dốc suối, độ sâu dòng chảy, diện tích lưu vực,... Những yếu tố này gắn liền với vật liệu xây dựng công trình.

+ Bạc nước và dốc nước

Bậc nước có thể bố trí một cấp hoặc nhiều cấp tùy điều kiện địa hình, loại đất nền và vật liệu xây dựng, thông qua phân tích kỹ thuật kinh tế quyết định.

Hiện nay bậc nước thường được xây dựng bằng bê tông cốt thép, có kết cấu tiêu năng để tiêu hao năng lượng dòng nước.

Khi độ dốc địa hình lớn và khoảng cách vượt dài, để đảm bảo yêu cầu kinh tế người ta thay bậc nước nhiều cấp bằng dốc nước tức bằng kênh bê tông có độ dốc lớn có thể chịu được lưu tốc dòng chảy cao (đến 4m/s).

- Cấu tạo bậc nước và dốc nước

Hình thức bậc nước và dốc nước nên căn cứ vào điều kiện địa hình, địa chất mà xác định. Khi độ chênh  $\leq 5\text{m}$  có thể dùng bậc nước đơn cấp. Khi độ chênh  $> 5\text{m}$ , dùng loại đơn cấp không kinh tế, do đó có thể dùng loại nhiều cấp.

Trước miệng bậc nên bố trí đoạn thu hẹp hoặc mở rộng với kênh tưới, kênh tiêu hoặc với sông suối. Chiều dài  $L_0$  của nó sẽ căn cứ vào tỷ số của chiều rộng mặt nước và chiều sâu mực nước của dòng thượng lưu mà xác định. Khi  $B/h < 2,0$  thì lấy  $L_0 = 2,5h$ , khi  $B/h < 2-2,5$  thì lấy  $L_0 = 3h$ , khi  $B/h > 2,5$  thì lấy  $L_0 = 3,5h$ . Góc kẹp giữa đường biên phần đáy của đoạn thu hẹp hoặc mở rộng và đường trung tâm của kênh tưới hoặc kênh tiêu không nên lớn hơn  $45^\circ$ .

Miệng bậc có thể dùng hình chữ nhật, hình thang hoặc hình bậc tròn. Khi lưu lượng của kênh thay đổi rất nhỏ hoặc phải bố trí cửa van khống chế thì có thể dùng miệng chữ nhật, trên kênh nước sạch có thể dùng miệng dạng bậc tròn. Khi lưu lượng thay đổi lớn hoặc thay đổi phức tạp thì nên áp dụng dạng bậc thang. Tường bậc nước thường áp dụng dạng trọng lực.

Mặt cắt ngang bề tiêu năng có thể áp dụng dạng hình chữ nhật, bậc thang hoặc dạng gấp khúc.

Bậc nước nhiều cấp có thể dựa vào độ sụt mặt nước bằng nhau để phân cấp, cao độ mỗi cấp không nên lớn hơn 5m.

Dốc nước nên áp dụng chiều rộng đáy bằng nhau. Khi bị hạn chế bởi những điều kiện khác có thể áp dụng thay đổi chiều rộng đáy phần khuếch tán hoặc thu hẹp cửa đáy đầu mút của máng dốc. Khi độ chênh của dốc bằng 2,5 - 5m mà áp dụng tiêu năng bằng thay đổi chiều rộng không hiệu quả thì cũng có thể áp dụng đoạn con thoi đoạn trên máng dốc phần đáy khuếch tán, đoạn dưới thu hẹp. Góc mở rộng phần đáy nên lấy 5 - 7°, góc thu hẹp lấy 10 - 15°.

Độ dốc đáy máng có thể lấy 1/5 - 1/2 nhưng góc nghiêng của dốc nước phải  $\leq$  góc ma sát sụt của đất nền.

Khi dốc nước tương đối lớn, lưu tốc trong máng dẫn lớn

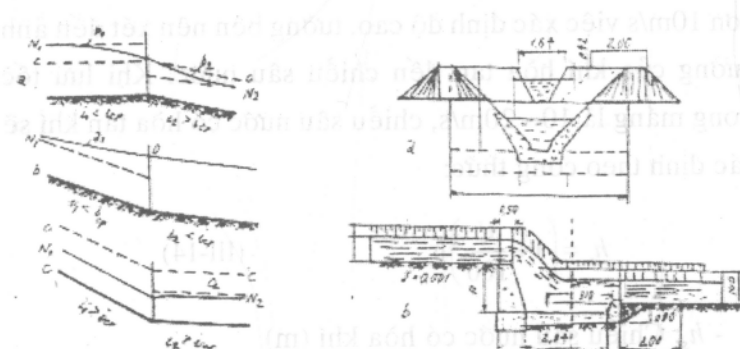
hơn 10m/s việc xác định độ cao, tường bên nên xét đến ảnh hưởng của khí hòa tan đến chiều sâu nước. Khi lưu tốc trong máng là 10 - 20m/s, chiều sâu nước có hòa tan khí sẽ xác định theo công thức:

$$h_s = \left(1 + \frac{V}{100}\right)h \quad (III-14)$$

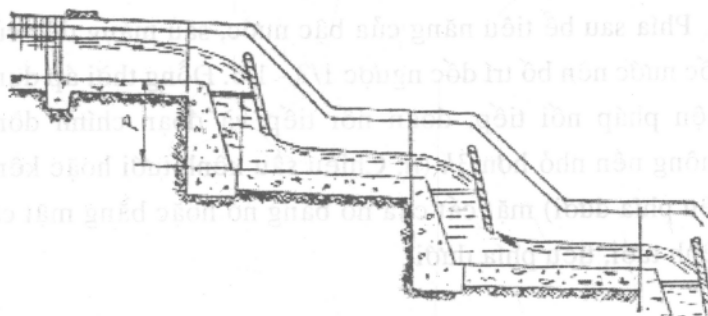
- $h_s$ : Chiều sâu nước có hòa khí (m)
- $V$ : Tốc độ trong máng dốc (m)
- $h$ : Chiều sâu nước trong máng chưa tính đến khí hòa tan (m)

Máng dốc cứ 5 - 20m bố trí khe co giãn, dưới bản đáy dưới khe co giãn nên bố trí răng cưa, trong khe nhồi vật liệu chống rò rỉ.

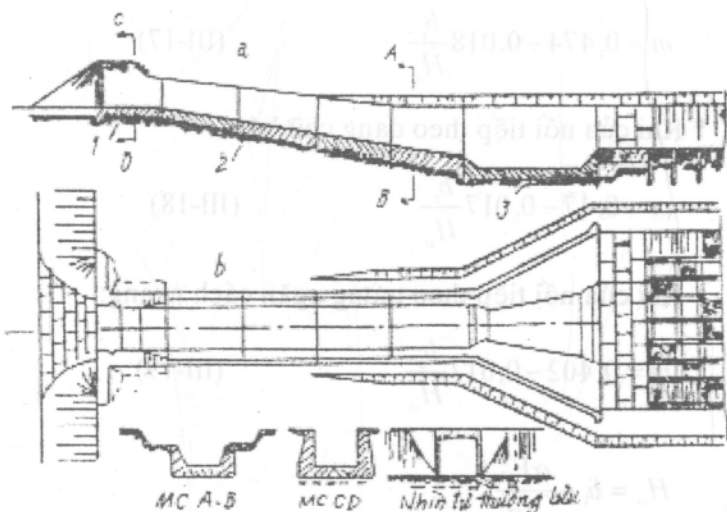
Phía sau bể tiêu năng của bậc nước, sau máng dốc của dốc nước nên bố trí dốc ngược 1/3 - 1/5. Đồng thời áp dụng biện pháp nối tiếp, đoạn nối tiếp và đoạn chính dòng không nên nhỏ hơn  $3h$  ( $h$ : Chiều sâu kênh tưới hoặc kênh tiêu phía dưới) mặt cắt của nó bằng nó hoặc bằng mặt cắt kênh tưới, tiêu phía dưới.



Hình (III-19): Bậc nước một cấp



Hình (III-20): Bậc nước nhiều cấp



Hình (III-21): Dốc nước

- Tính toán thủy lực bậc nước và dốc nước

Năng lực dẫn của bậc nước đơn cấp tính theo công thức:

\* Khi bậc nước là hình chữ nhật hoặc hình bậc tròn:

$$Q = mb_c \sqrt{2g} H_o^{3/2} \quad (III-15)$$

\* Khi cửa bậc là hình thang:

$$Q = \varepsilon m_1 [B_{BC} + 0,8m_{CB} + H_o] \sqrt{2g} H_o^{3/2} \quad (III-16)$$

\* Khi cửa nối tiếp theo dạng vận vỏ đồ:

$$m = 0,474 - 0,018 \frac{b_c}{H_u} \quad (\text{III-17})$$

\* Khi cửa nối tiếp theo dạng chữ bát:

$$m = 0,47 - 0,017 \frac{b_c}{H_u} \quad (\text{III-18})$$

\* Khi cửa nối tiếp theo tường ngăn cách ngang:

$$m = 0,402 - 0,017 \frac{b_c}{H_u} \quad (\text{III-19})$$

$$H_u = h_1 + \frac{\alpha V_1^2}{2g}$$

$$m_1 = 0,508 - 0,034 \frac{B_{CB} - 0,8m_{CB}H_u}{h_1} \quad (\text{III-20})$$

Trong đó:

- $h_1$ : Chiều sâu nước của kênh trước tràn (m)
- $V_1$ : Lưu tốc trung bình của kênh trước tràn (m/s)
- $m$ : Hệ số lưu lượng của bậc chữ nhật hoặc hình bậc tròn
- $b_c$ : Chiều rộng của bậc chữ nhật hoặc bậc hình tròn (m)
- $\varepsilon$ : Hệ số co hẹp bên, có thể lấy  $\varepsilon = 1,0$

-  $m_1$ : Hệ số lưu lượng của bậc hình thang, khi hệ số mái xói của kênh thượng lưu  $m_0 = 0,25 - 1,00$ , chiều dài đoạn dốc nối tiếp  $L_1 \geq 3h_{max}$  ( $h_{max}$ : Chiều sâu mực nước lớn nhất

của kênh thượng lưu) thì  $m_1$  tính theo công thức trên.

-  $B_{CB}$ : Chiều rộng đáy bậc hình thang (m)

-  $m_{CB}$ : Hệ số mái xoắn cửa vào hình thang

+ Chiều rộng cửa bể tiêu năng của bậc nước đơn cấp

\* Khi cửa bậc đơn cấp là hình chữ nhật hoặc bậc tròn:

$$b_s = 0,1L_1 + b_c \quad (III-21)$$

\* Khi cửa bậc đơn cấp là hình thang:

$$b_s = 0,1L_1 + b_c + 0,8m_{CB}H_o \quad (III-22)$$

Trong đó:

-  $b_s$ : Chiều rộng bể tiêu năng (m)

-  $L_1$ : Chiều dài văng xa của lưới nước được tính (m):

$$L_1 = 1,64\sqrt{H_o(P + 0,24H_o)} \quad (III-23)$$

-  $P$ : Độ chênh bậc nước chảy (m)

\* Khi nhiều cửa bậc là hình chữ nhật hoặc hình bậc tròn:

$$b_s = 0,1L_1 + nb_c + (n - 1)b_g \quad (III-24)$$

-  $n$ : Số bậc

-  $b_g$ : Chiều dày ngưỡng ngăn cách (m)

+ Chiều dài bể tiêu năng của bậc nước đơn cấp

Chiều dài bể tiêu năng của bậc nước đơn cấp tính theo:

$$L_1 = L_1 + (3,2 \div 4,3)h_1$$

Với mặt cắt chữ nhật thì:

$$h_c = 0.5h_c \left[ \sqrt{1 + 8 \frac{\alpha q^2}{gh_c^3}} - 1 \right] \quad (\text{III-25})$$

$$h_c = \frac{q}{\varphi \sqrt{2gZ_0}} \quad (\text{III-26})$$

\* Khi có một cửa bậc hình chữ nhật hoặc hình bậc tròn:

$$q = \frac{Q}{b_c} \quad (\text{III-27})$$

\* Khi cửa bậc là hình thang:

$$q = \frac{Q}{B_{cB} + 0.8m_{cB}H_0} \quad (\text{III-28})$$

\* Khi có nhiều cửa bậc hình chữ nhật hoặc bậc tròn:

$$q = \frac{Q}{nb_c} \quad (\text{III-29})$$

\* Khi cửa bậc là hình thang:

$$q = \frac{Q}{n(B_{cB} + 0.8m_{cB}H_0)} \quad (\text{III-30})$$

Trong đó:

-  $\varphi$ : Hệ số lưu tốc, lấy  $\varphi = 0,90 - 0,95$

-  $Z_0$ : Độ chênh cột nước thượng hạ lưu có tính đến cột nước lưu tốc tới gần (m)

-  $h_c' - h_c''$  : Độ sâu liên hợp của nước nhảy (m)

+ Chiều sâu bể tiêu năng

Chiều sâu bể tiêu năng được tính theo:

$$d_s \geq (1.10 \div 1.15) h_c' - h_s \quad (\text{III-31})$$

Khi dốc nước có mặt cắt không đổi, dạng hình thang có độ chênh cao dòng chảy ở cửa vào  $P \leq 20\text{m}$ , chiều sâu nước chảy được tính theo:

$$h_c' = 0.385 P q^{-1/3} \varphi E_n^2 \quad (\text{III-32})$$

$$h_c' = \left[ 1.74 \log \left( \frac{\varphi E_n}{q^{2/3}} \right) \right] h_c'' \quad (\text{III-33})$$

$$\varphi = 0.382 \left( \frac{m q^{2/3}}{P} \right)^{0.1} \quad (\text{III-34})$$

$$E_n = P + h_{cb} + \frac{V^2}{2g} \quad (\text{III-35})$$

-  $h_c'$  : Độ sâu nước tại mặt cắt thu hẹp của đầu mút máng dốc (m)

-  $h_c''$  : Độ sâu mực nước sau nước nhảy (m)

- $q'$ : Lưu lượng đơn vị ở đầu mút máng dốc ( $m^3/s.m$ )
- $E_0$ : Tổng năng lượng của mặt cắt khống chế ở cửa vào bể tiêu năng so với đáy kênh hạ lưu (m)
- $m'$ : Hệ số mái xoải tại mặt cắt khống chế ở cửa vào bể tiêu năng.
- $h_{CB}$ : Chiều sâu nước tại mặt cắt khống chế ở cửa vào bể tiêu năng (m)
- $V_{CB}$ : Lưu tốc dòng chảy tại mặt cắt cửa vào bể tiêu năng (m/s)

Khi  $m'q'^{2/3} \geq 6$ ,  $\varphi' = 1$ , chiều dài bể tiêu năng:

$$L_d = (6 \div 7) h_c''$$

độ sâu bể tiêu năng:

$$d_d \geq (1.10 \div 1.15) h_c'' - h_c$$

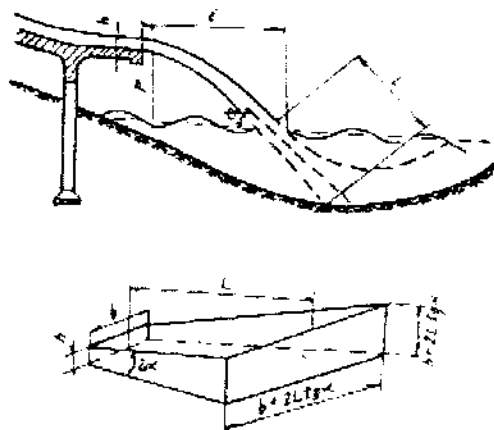
Bể tiêu năng bậc nước đơn cấp hoặc dốc nước đơn cấp có chiều rộng không đổi, có bố trí trên công trình tiêu năng phụ trợ như ngưỡng tiêu năng, ngưỡng phân dòng, lưới tiêu năng,... chiều dài của nó có thể rút ngắn 20 - 30%, độ sâu của nó vẫn áp dụng độ sâu của bể tiêu năng khi không có thiết bị tiêu năng phụ trợ.

Những tham số chính của dốc nước cổ thể tham khảo bảng III-10.

*Bảng (III-10): Những tham số chính của dốc nước + Máng phun*

Có thể giảm chiều dài của dốc nước bằng hình thức máng phun khi điều kiện địa chất cho phép.

Tính toán thiết kế máng phun thường gắn với tính toán hố xói.



*Hình (III-22): Sơ đồ hố xói*

Tính toán thủy lực của hố xói là tính toán kích thước hố xói theo phương pháp gần đúng.

Khi máng phun nằm ngang, chiều dài lưỡi phun xác định theo công thức:

$$l = 0,45 v_{\text{th}} \sqrt{P + h} \quad (\text{III-36})$$

Trong đó:

-  $\varphi$ : Hệ số lưu tốc là 0,85 - 0,95

-  $V$ : Lưu tốc dòng phun khi gặp mặt thoáng.

$$V_0 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

$$\text{Với } V_x = \varphi V \quad \text{và} \quad V_y = \varphi \sqrt{2g(P+H)} \quad (\text{III-38})$$

Khi máng phun có một độ nghiêng  $\beta$  (hướng lên là +, hướng xuống là -) chiều dài lưòi phun sẽ xác định theo công thức:

$$l = \frac{\pm V^2 \sin \beta \cos \beta + V \cos \beta \sqrt{V^2 \sin^2 \beta + 2g(P+H)}}{g} \quad (\text{III-39})$$

Góc của dòng chảy:

$$\text{tg} \theta = \frac{\sqrt{2g(P+H)}}{V} \quad (\text{III-40})$$

Độ dài dòng khuếch tán:

$$L = 1,4g \log \frac{V_0}{V_{chf}} \quad (\text{III-41})$$

ở đó:

$$V_{chf} = \frac{Q}{a(b + 2L \text{tg} \alpha (h + 2L \text{tg} \alpha))} \quad (\text{III-42})$$

-  $a$ : hệ số giảm tốc độ cho phép với dòng rối ở hạ lưu máng,  $a = 0,5 - 0,7$

Khi  $\theta \leq 10^\circ$ , độ sâu hố xói max là:

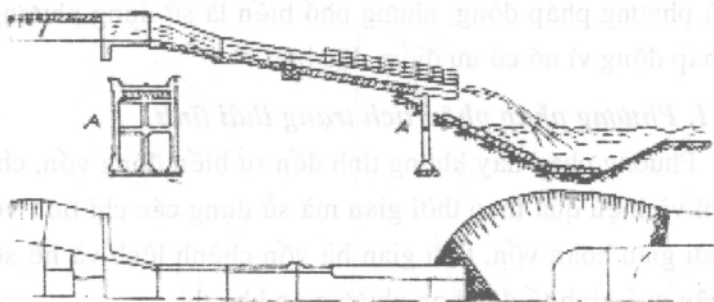
$$t = h + 2Ltga \quad (\text{III-43})$$

$$\text{Khi } \theta > 10^\circ \text{ thì } t = L \sin \theta \quad (\text{III-44})$$

Độ sâu lớn nhất của hố xói có thể xác định theo hệ thức:

$$t = AK \sqrt{q \sqrt{P + \frac{V^2}{2g}}} \quad (\text{III-45})$$

- $A$ : Hệ số thoát khí (0,60 - 1,0)
- $K$ : Hệ số bào mòn (1,4 - 4,5)
- $q$ : Lưu lượng đơn vị ( $\text{m}^3/\text{s.m}$ )
- $V$ : Tốc độ dòng nước ở cuối máng



Hình (III-23): Máng phun

## **7. Đánh giá hiệu quả kinh tế cho các dự án chống xói mòn ở miền núi**

Nhìn chung các dự án thủy lợi chống xói mòn phục vụ phát triển nông nghiệp ở miền núi chủ yếu là các công trình vừa và nhỏ. Do địa hình phức tạp và ruộng đất canh tác phân tán nên tỷ suất đầu tư lớn, hiệu quả kinh tế không cao. Nhưng do yêu cầu phát triển kinh tế ở miền núi là bức thiết, nên nhà nước vẫn phải dành vốn đầu tư cho vùng này. Cho đến nay, nhà nước đã đầu tư hàng nghìn tỷ đồng để xây dựng các dự án thủy lợi bao gồm cả chống xói mòn để phát triển nông nghiệp ở vùng đồi núi mà tỷ trọng tương đối lớn là vùng Tây Nguyên và các tỉnh vùng núi phía Bắc.

Để đánh giá hiệu quả kinh tế các dự án thủy lợi nói chung và các dự án chống xói mòn nói riêng ở miền núi có thể thực hiện theo 2 phương pháp, đó là phương pháp tĩnh và phương pháp động, nhưng phổ biến là sử dụng phương pháp động vì nó có ưu điểm đặc biệt.

### **7.1. Phương pháp phân tích trạng thái tĩnh**

Phương pháp này không tính đến sự biến động vốn, chi phí và hiệu quả theo thời gian mà sử dụng các chỉ tiêu về thời gian hoàn vốn, thời gian bù vốn chênh lệch và hệ số hiệu quả kinh tế để chọn phương án khả thi.

### **7.2. Phương pháp phân tích trạng thái động**

Phương pháp này xét đến sự biến động của vốn, chi phí

và hiệu quả kinh tế theo thời gian, bằng cách chuyển đổi các giá trị tương lai về hiện tại hoặc ngược lại thông qua các hệ số chuyển đổi.

+ Phương pháp chung:

- Hệ số chỉ tiêu đánh giá

Phương pháp phân tích hiệu quả kinh tế theo trạng thái động có thể sử dụng 3 chỉ tiêu:

1) Hệ số nội hoàn kinh tế, ký hiệu là EIRR (Invent Rote of Return). Nó biểu hiện khả năng hoàn vốn bên trong của vốn đầu tư, tức là % hoàn vốn hàng năm của dự án. Hệ số càng cao thì hiệu quả kinh tế của dự án càng lớn.

2) Lãi ròng NPW (Net Present Worth) biểu hiện lãi lớn nhất có thể đem lại cho 1 năm sau khi bỏ vốn đầu tư cho dự án.

3) Tỷ số lãi trên chi phí quy về năm chuẩn (Benefit Cost Ratio). Nó biểu hiện quan hệ giữa lãi và đầu tư quy về năm chuẩn. Tỷ số này phải lớn hơn 1 mới chấp nhận được.

- Phương pháp chuyển đổi

Để chuyển đổi các giá trị của những năm sau về năm chuẩn (năm đầu) ta dùng công thức:

$$P = \frac{1}{(1+i)^n} F \quad (III-46)$$

Trong đó:

- $P$ : Giá trị hiện tại (về năm đầu)
- $F$ : Giá trị tương lai để chuyển đổi
- $n$ : Số thứ tự năm tính toán của giá trị tương ứng.
- $i$ : Hệ số chiết khấu kinh tế (%)

$$m = \frac{1}{(1+i)^n} : \text{Hệ số chuyển đổi}$$

Trong trường hợp giá trị  $F$  không đổi theo các năm tính toán thì giá trị  $F$  có thể tính theo tổng (CT trang sau):

$$\begin{aligned} M &= \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t} \\ &= \frac{1}{1+i} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n} \\ &= \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (\text{III-47}) \end{aligned}$$

- $n$ : Tổng số năm cần tính

Thí dụ ta tính tổng giá trị  $F$  từ năm thứ 7 đến năm thứ 30 thì hệ thức được viết:

$$M_{30} - M_n = \frac{(1+i)^{30} - 1}{i(1+i)^{30}} - \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

Đó là hệ số chuyển đổi cho tổng giá trị  $F_c$  (cùng giá trị) từ năm thứ 7 đến năm thứ 30.

Ví dụ ta thấy  $i = 20\%$  thì áp dụng công thức trên ta có:

$$M_{30} - M_6 = \frac{1,2^{30} - 1}{0,2 \cdot 1,2^{30}} - \frac{1,2^6 - 1}{0,2 \cdot 1,2^6} = 1,654$$

Sơ đồ tính giá trị  $P$  (giá trị hiện tại) kho có các giá trị tương lai  $A$ .

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

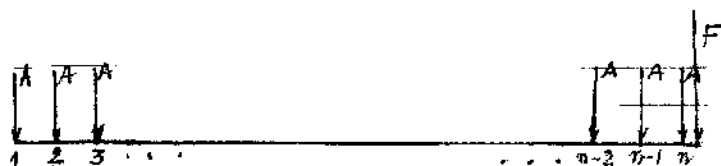


Hình (III-24): Sơ đồ cho hệ thức III-37

Tính giá trị hiện tại khi liệt giá trị tương lai đồng đều (cùng giá trị  $A$ ).  $P$  - Giá trị quy về hiện tại.

+ Tính giá trị tương lai khi liệt đồng đều

Khi một số năm sau này biết giá trị đầu tư (hiệu ích bằng nhau) tìm giá trị tương lai sau  $n$  năm có thể tính theo:



Hình (III-25): Sơ đồ tính giá trị  $F$

Từ công thức tính:

$$F = P(1 + i)^n \quad (\text{III-48})$$

Ta tính cho liệt giá trị bằng nhau:

$$F = A(1 + i)^{n-1} + A(1 + i)^{n-2} + \dots + A(1 + i)^2 + A(1 + i) + A$$

$$= A \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{i} \right] \quad (\text{III-49})$$

Trong đó  $\frac{(1 + i)^n - 1}{i}$  là hệ số giá trị chuyển đổi về tương lai.

+ Phương pháp phân tích đánh giá hiệu quả kinh tế các dự án thủy lợi

Phương pháp phân tích so sánh hiệu quả kinh tế có thể thực hiện bằng nhiều cách: lãi ròng, năm, giá trị tương đương, tỷ số lãi trên chi phí, giá trị nội hoàn.

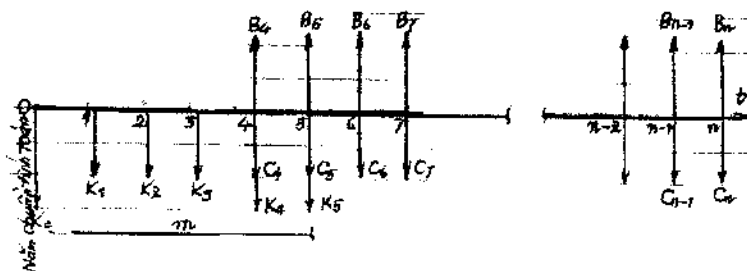
- Phương pháp lãi ròng (NPW)

Tổng số lãi ròng quy về năm đầu:

$$P_0 = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^m \frac{K_t}{(1+i)^t} \quad (\text{III-50})$$

Trong đó:

- $P_0$ : Tổng lãi ròng
- $B_t, C_t$ : Thu nhập và chi phí vận hành năm  $t$ .
- $K_t$ : Vốn đầu tư năm thứ  $t$ .
- $n$ : Thời gian phân tích phương án công trình (năm khai thác công trình).
- $m$ : Năm xây dựng công trình
- $i$ : hệ số chiết khấu kinh tế
- $t = 1$  vì chi phí và hiệu ích đạt được cuối năm.
- $t = 0$  vốn đặt đầu năm.



Hình (III-26): Sơ đồ tính toán

Nếu như hiệu ích giữa các phương án giống nhau thì người ta dùng phương án có tổng chi phí là nhỏ nhất.

$$P_n = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+i)^i} + \sum_{i=1}^m \frac{K_i}{(1+i)^i} = \text{nhỏ nhất} \quad (\text{III-51})$$

Nếu như tổng chi phí giữa các phương án là giống nhau thì ta sẽ chọn phương án có thu nhập lớn nhất.

$$P_n = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+i)^i} = \text{lớn nhất} \quad (\text{III-52})$$

Phương pháp tỷ số lãi trên chi phí quy về năm chuẩn (Benefit Cost Ratio Method).

Phương pháp này dựa vào tỉ số  $B/C$  xác định theo hệ thức:

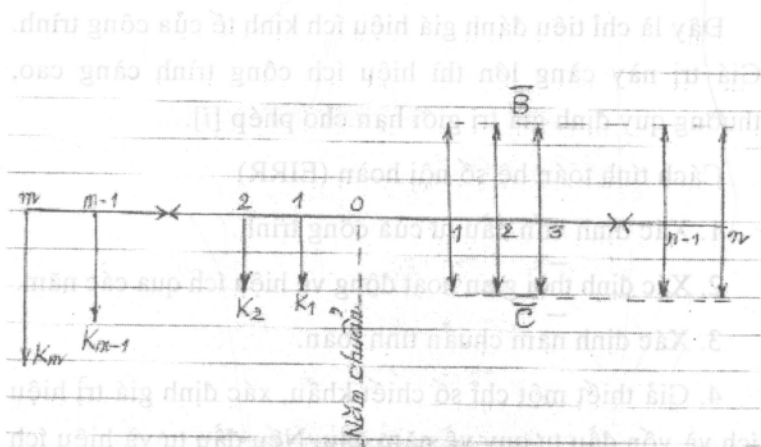
$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+i)^i}}{\sum_{i=1}^m K_i (1+i)^i + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+i)^i}} \quad (\text{III-53})$$

Hoặc nếu  $B$ : Hiệu ích bình quân nhiều năm

$C$ : Chi phí bình quân nhiều năm

Hệ thức trên sẽ viết thành:

$$\frac{B}{C} = \frac{\bar{B} \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]}{\sum_{i=1}^m K_i (1+i)^i + \bar{C} \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]} \quad (\text{III-54})$$



Hình (III-27): Sơ đồ tính

- Phương pháp hệ số nội hoàn (Internal rate of return)

Hệ số nội hoàn biểu thị khả năng thu hồi vốn đầu tư của một dự án công trình, nghĩa là với chỉ số chiết khấu nào đó thì hiệu ích của công trình trong thời gian khai thác bằng toàn bộ vốn đầu tư (hiệu ích thực của công trình bằng không).

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (III-55)$$

Trong đó:

- $B_t$ ,  $C_t$ : Hiệu ích và chi phí của năm  $t$ .
- $i$ : Hệ số chiết khấu kinh tế.

Đây là chỉ tiêu đánh giá hiệu ích kinh tế của công trình. Giá trị này càng lớn thì hiệu ích công trình càng cao, thường quy định giá trị giới hạn cho phép  $[i]$ .

Cách tính toán hệ số nội hoàn (EIRR)

1. Xác định vốn đầu tư của công trình.
2. Xác định thời gian hoạt động và hiệu ích qua các năm.
3. Xác định năm chuẩn tính toán.

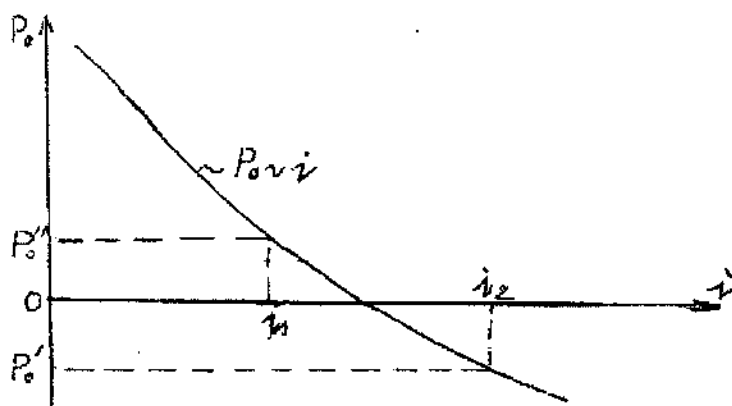
4. Giả thiết một chỉ số chiết khấu, xác định giá trị hiệu ích và vốn đầu tư quy về năm đầu. Nếu đầu tư và hiệu ích bằng nhau, thì trị số đó là hệ số nội hoàn kinh tế.

5. Nếu hai giá trị không bằng nhau, hiệu ích lớn hơn đầu tư, có hiệu ích thực là dương.

Lấy một giá trị  $i$  lớn hơn, có hiệu ích thực là âm, lại lấy một giá trị khác bé hơn có hiệu ích thực sẽ là dương.

6. Nếu như trong quá trình tính toán, giá trị nhận được của hai lần tính là gần nhau, ở lân cận hai bên giá trị không, ta thấy trị số  $i$  của hai lần tính là gần nhau tức quan hệ của chúng là quan hệ đường thẳng và hệ số nội hoàn có thể xác định theo hệ thức:

$$EIRR = i_1 + \frac{|P'_0|}{|P'_0| + |P_0|} (i_2 - i_1)$$



Hình (III-28): Biểu đồ quan hệ giữa hệ số  $i$  với hiệu ích thực ( $P_o$ )

## 8. Thí dụ tính toán

### 8.1. Nhiệm vụ dự án

Xác định hiệu quả kinh tế của hệ thống thủy lợi chống xói mòn, cấp nước tưới cho diện tích canh tác vùng đồi núi là 304ha bằng hệ thống hồ chứa và các công trình chống xói mòn trên sườn dốc.

Trong diện tích canh tác có:

- Cây cà phê: 70ha
- Cây dâu tằm: 50ha
- Cây chè tái tạo: 38ha

- Cây màu (ngô, đậu, lạc): 146ha

+ CỘNG: 304ha

Vốn đầu tư của công trình đã được xác định trong thiết kế 11.400.106 VNĐ (11,4.10<sup>9</sup> VNĐ).

## **8.2. Giả thiết tính toán**

- Công trình xây dựng trong 2 năm.

- Đời sống kinh tế của dự án công trình: 30 năm.

- Đơn giá sản phẩm vật tư theo giá thị trường.

- Dự kiến khả năng phát huy của dự án:

+ Năm thứ 3: 30%

+ Năm thứ 4: 75%

+ Năm thứ 5: 100%.

- Dự kiến phân chia vốn đầu tư xây dựng:

+ Năm đầu: 5.10<sup>9</sup> VNĐ

+ Năm thứ 2: 6,4.10 VNĐ

- Chi phí quản lý vận hành: 200.10<sup>6</sup>đ/năm

- Kết quả phân tích tính toán:

+ Hệ số nội hoàn kinh tế: EIRR = 13,39%

+ Giá trị thu nhập ròng: NPV = 2,9742.10<sup>9</sup>đ

+ Tỷ số B/C = 1,26

- Kết quả phân tích độ nhạy của dự án cho thấy rằng

hiệu quả kinh tế hoàn toàn ổn định trước các biến động rủi ro có thể xảy ra trong tương lai. Các giá trị NPV đều dương và tỷ số  $B/C$  đều  $>1$ .

**Kết luận:** Dựa vào kết quả nhận được ta thấy rằng dự án hệ thống thủy lợi chống xói mòn hoàn toàn có tính khả thi, có thể thiết kế kỹ thuật, tiến hành xây dựng để nhanh chóng phục vụ phát triển nông nghiệp của vùng.

**Bảng (III-11): Giá trị sản phẩm thu nhập thuần túy của 1ha khi có dự án**

| STT | Chỉ tiêu tính toán                  | Cà phê     | Chè       | Dâu tằm    | Màu (ngô) |
|-----|-------------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|
| I   | Tổng thu nhập                       | 28.000.000 | 8.000.000 | 24.167.000 | 7.500.000 |
| II  | Chi phí nông nghiệp                 | 9.771.000  | 3.716.000 | 6.109.348  | 1.596.000 |
| III | Thủy lợi phí 6% sản lượng           | 1.680.000  | 480.000   | 1.450.020  | 450.000   |
| IV  | Tổng chi phí (II + III)             | 11.451.000 | 4.196.000 | 7.559.368  | 2.046.000 |
| V   | Giá trị thu nhập thuần túy (I - IV) | 16.549.000 | 3.804.000 | 16.607.000 | 5.454.000 |

**Bảng (III-12): Thu nhập tăng thêm sau khi có dự án**

| STT | Hạng mục  | Diện tích (ha)       | Thu nhập trên ha (đ/ha) | Tổng thu nhập (đ) |
|-----|-----------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| 1   | Cà phê    | 70                   | 11.584.000              | 810.880.000       |
| 2   | Chè       | 38                   | 2.663.000               | 101.194.000       |
| 3   | Dâu tằm   | 50                   | 11.625.000              | 581.250.000       |
| 4   | Màu (ngô) | 146                  | 3.818.000               | 557.428.000       |
| 5   | Nước ăn   | 76.650m <sup>3</sup> | 950đ/m <sup>3</sup>     | 72.817.000        |

Thu nhập tăng thêm lấy 70% thu nhập thực tế Bảng (III-11).

**Bảng (III-13): Thu nhập tăng thêm sau khi có dự án qua các năm thu khai thác**

|                               | Năm thứ 3                                              | Năm thứ 4                                                        | Năm thứ 5 trở đi             |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Thu nhập tăng thêm (đ)</b> | 731.439.000 50%<br>(Màu, chè, dâu tằm, nước sinh hoạt) | 1.312.689.000 75%<br>(Màu, chè, dâu tằm, nước sinh hoạt, cà phê) | 2.123.569.000 100% (toàn bộ) |

Bảng (III-14): Tính hệ số nội hoàn kinh tế (EIRR%)

| STT    | Vốn đầu tư (10 <sup>9</sup> đ) | Chi phí QLVH (10 <sup>9</sup> đ) | Tổng chi phí C (10 <sup>9</sup> đ) | Thu nhập B (10 <sup>9</sup> đ) | Thu nhập thực (10 <sup>9</sup> đ) | Thu nhập quy về năm đầu |              |
|--------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------|
|        |                                |                                  |                                    |                                |                                   | $i_2 = 15\%$            | $i_2 = 10\%$ |
| 1      | 5,0                            | 0                                | 5,0                                | 0                              | -5,0                              | -4,35                   | -4,545       |
| 2      | 6,4                            | 0                                | 6,4                                | 0                              | -6,4                              | -4,8384                 | -5,2864      |
| 3      | 0                              | 0,1                              | 0,1                                | 0,3657                         | 0,2657                            | 0,1748                  | 0,1995       |
| 4      | 0                              | 0,15                             | 0,15                               | 0,98475                        | 0,83475                           | 0,4775                  | 0,5701       |
| 5      | 0                              | 0,20                             | 0,20                               | 2,1236                         | 1,9236                            | 0,9445                  | 1,1945       |
| 6      | 0                              | 0,20                             | 0,20                               | 2,1236                         | 1,9236                            | 0,8310                  | 1,0849       |
| 7 - 30 | 0                              | 0,20                             | 0,20                               | 2,1236                         | 1,9236                            | 5,5315                  | 9,7565       |
|        |                                |                                  |                                    |                                |                                   | -1,4091                 | +2,9741      |

Bảng (III-15): Tính toán giá trị thu nhập ròng (NPV) và tỷ số B/C

| STT    | Vốn đầu tư (10 <sup>6</sup> đ) | Chi phí QLVH (10 <sup>6</sup> đ) | Tổng chi phí C (10 <sup>6</sup> đ) | Thu nhập B (10 <sup>6</sup> đ) | Hệ số CD $i = 10\%$ | Chi phí quy về năm đầu (10 <sup>6</sup> đ) | Thu nhập quy về năm đầu (10 <sup>6</sup> đ) |
|--------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1      | 5,0                            | 0                                | 5,0                                | 0                              | 0,909               | 4,545                                      | 0                                           |
| 2      | 6,4                            | 0                                | 6,4                                | 0                              | 0,826               | 5,8264                                     | 0                                           |
| 3      | 0                              | 0,10                             | 0,10                               | 0,3657                         | 0,751               | 0,0751                                     | 0,2746                                      |
| 4      | 0                              | 0,15                             | 0,15                               | 0,98475                        | 0,683               | 0,1205                                     | 0,6726                                      |
| 5      | 0                              | 0,20                             | 0,20                               | 2,1236                         | 0,621               | 0,1242                                     | 1,3188                                      |
| 6      | 0                              | 0,20                             | 0,20                               | 2,1236                         | 0,564               | 0,1128                                     | 1,1977                                      |
| 7 - 30 | 0                              | 0,20                             | 0,20                               | 2,1236                         | 5,072               | 1,0144                                     | 10,7709                                     |
|        |                                |                                  |                                    |                                |                     | 11,2604                                    | 14,2346                                     |

$$\text{Tính NPV} = 14,2346 - 11,2604 = 2,9742.10^6 \text{đ}$$

$$B/C = 14,2346/11,2604 = 1,26$$

Bảng (III-16): Tính toán giá trị và thu nhập quy về năm đầu

| STT    | Vốn đầu tư (10 <sup>3</sup> đ) | Chi phí QL VH (10 <sup>3</sup> đ) | Tổng chi phí C (10 <sup>3</sup> đ) | Thu nhập B (10 <sup>3</sup> đ) | Hệ số CD $i = 5\%$ | Chi phí quy về năm đầu (10 <sup>3</sup> đ) | Thu nhập quy về năm đầu (10 <sup>3</sup> đ) |
|--------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1      | 5,0                            | 0                                 | 5,0                                | 0                              | 0,952              | 4,76                                       | 0                                           |
| 2      | 6,4                            | 0                                 | 6,4                                | 0                              | 0,907              | 5,8048                                     | 0                                           |
| 3      | 0                              | 0,10                              | 0,10                               | 0,3657                         | 0,864              | 0,0864                                     | 0,3160                                      |
| 4      | 0                              | 0,15                              | 0,15                               | $0,9847_5$                     | 0,823              | 0,1235                                     | 0,8104                                      |
| 5      | 0                              | 0,2                               | 0,2                                | 2,1236                         | 0,784              | 0,1568                                     | 1,6649                                      |
| 6      | 0                              | 0,2                               | 0,2                                | 2,1236                         | 0,746              | 0,1492                                     | 1,5842                                      |
| 7 - 30 | 0                              | 0,2                               | 0,2                                | 2,1236                         | 10,29              | 2,058                                      | 21,8518                                     |
|        |                                |                                   |                                    |                                |                    | 13,1387                                    | 26,2273                                     |

**Bảng (III-17): Phân tích độ nhạy của dự án**

| STT | Chỉ tiêu chính            | Tổng thu nhập quy về năm đầu C (10 <sup>6</sup> đ) | Tổng thu nhập quy về đầu năm B (10 <sup>6</sup> đ) | Thu nhập thực B - C (10 <sup>6</sup> đ) | Tỷ số thu nhập trên chi phí B/C |
|-----|---------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|
| 1   | Giá trị tính toán ban đầu | 13138,70                                           | 26227,30                                           | 13088,8                                 | 1,996                           |
| 2   | Thu nhập giảm 10%         | 13138,70                                           | 23604,57                                           | 10465,87                                | 1,797                           |
| 3   | Thu nhập giảm 20%         | 13138,70                                           | 20981,84                                           | 7843,14                                 | 1,597                           |
| 4   | Chi phí tăng 10%          | 14452,57                                           | 26227,30                                           | 11774,73                                | 1,815                           |
| 5   | Chi phí tăng 20%          | 15766,44                                           | 26227,30                                           | 10460,86                                | 1,663                           |
| 6   | Tổng chi phí tăng 10%     | 14452,57                                           | -                                                  | -                                       | -                               |
|     | Tổng thu nhập giảm 10%    | -                                                  | 23604,57                                           | 9152,0                                  | 1,633                           |
| 7   | Tổng chi phí tăng 20%     | 15766,44                                           | -                                                  | -                                       | -                               |
|     | Tổng thu nhập giảm 20%    | -                                                  | 23604,57                                           | 7838,13                                 | 1,497                           |
| 8   | Tổng chi phí tăng 10%     | 14452,57                                           | -                                                  | -                                       | -                               |
|     | Tổng thu nhập giảm 10%    | -                                                  | 20981,84                                           | 6529,27                                 | 1,452                           |
| 9   | Tổng chi phí tăng 20%     | 15766,44                                           | -                                                  | -                                       | -                               |
|     | Tổng thu nhập giảm 20%    | -                                                  | 20981,84                                           | 5215,40                                 | 1,331                           |

---

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tổng Đức Khang - *Chống xói mòn và biện pháp thủy lợi vùng đồi núi. Bài giảng cho chuyên ngành thủy lợi cải tạo đất* - Đại học Thủy lợi, 1996.
2. Tổng Đức Khang và Nguyễn Tuấn Anh - *Một số biện pháp thủy lợi cho vùng đồi núi*. NXB NN, Hà Nội, 1996.
3. *Giáo trình quy hoạch và thiết kế hệ thống thủy lợi*. NXB XD, Hà Nội, 2006.
4. Tổng Đức Khang - *Hydraulique avancée. Centre universitaire de Biskra, Algérie*, 1992.
5. Mihai Gh, Ionescu V - *Gid pentru combaterea eroziunii solului*. Editura Agrosilvica Bucuresti, 1968.
6. *Motoc Erosiunii pe terenurile agricole, si combaterea ei*. Bucuresti Ed Agro silvica, 1963.
7. *La defense des terres cultivées contre l'érosion hydraulique*. Rome, Org des Nat Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1967.
8. Huger Paul W - *Conservation des sols et des eaux facons culturales appropriés*. Rome, FAO, 1989.
9. *Techniques spéciale des conservation*. Rome, FAO, 1979.
10. Hudson N - *Bảo vệ đất và chống xói mòn*. Người dịch: Đào Trọng Năng và Nguyễn Kim Dung, NXB KHKT, 1981.
11. Bailoiu V - *Combaterea eroziunii solului si regularizarea cursurilor*. Editura didactica si pedagogica, Bucuresti, 1987.
12. Ghanshyam Das - *Hydrology and soil consevation engineering*. Prentice, Hall of India, New Delhi, 2000.
13. Thái Phiên, Ngô Tử Xiêm - *Sử dụng bền vững đất miền núi và vùng cao ở Việt Nam*. NXB NN, 2002.

**NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI**  
**SỐ 4 - TỐNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI**  
ĐT: 04.8252916 - Fax: 04.9289143  
Email: nhaxuatbanhanoi@hn.vnn.vn

---

**BẢO VỆ ĐẤT CHỐNG XÓI MÒN VÙNG ĐỒI NÚI**

**GS.TS.TỔNG ĐỨC KHANG - PGS.TS NGUYỄN ĐỨC QUÝ**

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

**NGUYỄN KHẮC OÁNH**

*Biên tập:*

**TÁC GIẢ**

*Trình bày, bìa:*

**ÚT QUYÊN**

*Kỹ thuật vi tính:*

**TIẾN ĐỊNH**

*Sửa bản in:*

**BÍCH THỦY**

---

In 1.000 cuốn, khổ 13 × 19cm tại Công ty Cổ phần in 15, Bộ Công Thương. Giấy phép xuất bản số: 696 - 2008/CXB/02 KT - 46/HN.

In xong và nộp lưu chiểu quý IV/2008.

Bảo vệ đất chống xói mòn đối nữ



2509080000004

16,000

Giá: 16.000đ