Tạp chí ĐỊA CHẤT, loạt A, số 357, 5-6/2016, tr. 64-74

# ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỘNG SỬ DỤNG ĐẤT ĐẾN LƯU LƯỢNG DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG VU GIA - THU BỒN

NGUYỄN THỊ HỒNG[1], NGUYỄN THỊ BÍCH[2]
LÊ HOÀNG TÚ[3,4], NGUYỄN THỊ HUYỀN[3], NGUYỄN KIM LỢI[3]
[1]*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội*
[2]*Trường Đại học Lâm Nghiệp;* [3]*Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh;*
[4]*Trường Đại học Nông nghiệp và Kỹ thuật Tokyo (TUAT)*

***Tóm tắt:*** *Đất đai là tài nguyên vô cùng quý giá. Hiện nay, do yêu cầu của sự phát triển kinh tế - xã hội đã tạo ra những áp lực lớn đến sự biến động đất đai. Sự tăng dân số, sự phát triển của các đô thị, quá trình tăng trưởng kinh tế và một số vấn đề khác đã và đang tác động rất lớn đến hiện trạng sử dụng đất. Nghiên cứu đã ứng dụng công nghệ thông tin địa lý (GIS) và mô hình chuỗi Markov đánh giá biến động sử dụng đất giai đoạn năm 2005-2010 trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn, tỉnh Quảng Nam. Bên cạnh đó nghiên cứu còn tiến hành xem xét sự tác động của biến đổi sử dụng đất đến tài nguyên nước, cụ thể là lưu lượng dòng chảy của lưu vực thông qua mô hình đánh giá đất và nước (SWAT). Kết quả phân tích cho thấy trong vòng 5 năm (2005-2010) diện tích đất lâm nghiệp tăng 63.104 ha (347%), diện tích đất ở tăng 62.258 ha (342%), đất chưa sử dụng giảm đi 72.337 ha (397%). Lưu lượng dòng chảy trung bình hàng năm của lưu vực tăng 0,97 lần trong mùa khô và giảm 1,3 lần trong mùa mưa. Nguyên nhân chính ảnh hưởng đến sự thay đổi lưu lượng dòng chảy trên lưu vực là do diện tích đất lâm nghiệp tăng bởi người dân trong khu vực nghiên cứu đã nhận thức được lợi ích kinh tế do rừng mang lại, đồng thời được sự hỗ trợ từ các chương trình, dự án của các tổ chức trong nước và quốc tế. Ngoài ra việc diện tích rừng tăng còn giúp tăng cường khả năng giữ và điều tiết nước trên lưu vực vào mùa mưa lũ.*

## I. MỞ ĐẦU

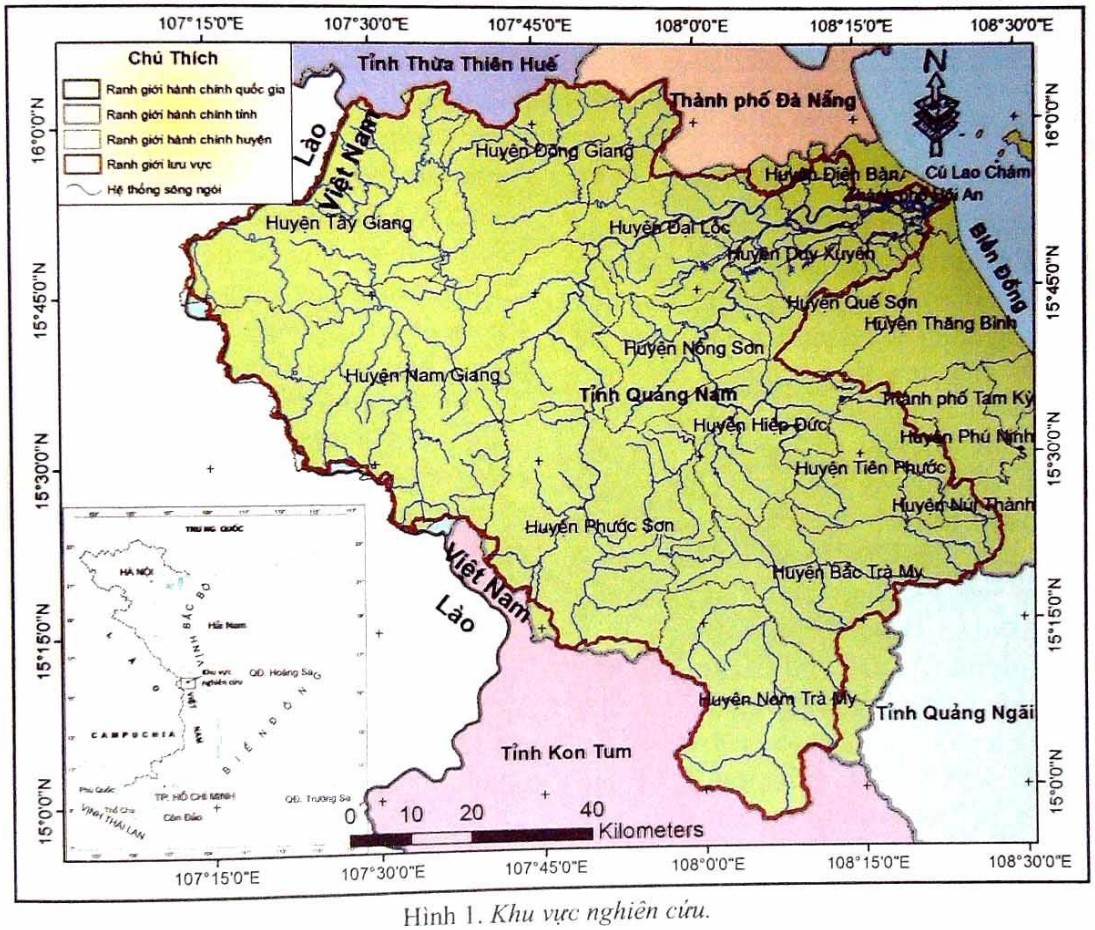
Phát hiện biến động là quá trình xác định sự thay đổi về trạng thái của một đối tượng hoặc một hiện tượng bằng cách quan sát nó ở nhiều thời điểm khác nhau [13]. Đây được xem là một tiến trình quan trọng trong việc theo dõi và quản lý tài nguyên thiên nhiên bởi vì nó cung cấp những kết quả phân tích định lượng sự phân bố không gian của đối tượng quan tâm. Theo Macleod và Congation (1998), có 4 khía cạnh quan trọng cần xem xét khi đánh giá biến động tài nguyên thiên nhiên như sử dụng đất, bao gồm: 1) Phát hiện sự biến động đã xảy ra; 2) Tìm hiểu bản chất của sự biến động đó; 3) Đo lường phạm vi biến động; 4) Đánh giá mô hình phân bố không gian của sự biến động [11].

Một cách tiếp cận được đề xuất bởi Evans et al. (2004) [2], Camorani et al. (2005) [1], Evrard et al. (2007) [4] rất đáng được lưu tâm cho rằng định lượng tác động của thay đổi lớp phủ bề mặt và quản lý đất đai tại lưu vực là vấn đề cốt lõi trong quản lý lũ lụt. Với những bằng chứng đáng tin cậy, O'Connell et al. (2007) [12] cho rằng thực tiễn quản lý đất đai có thể làm gia tăng dòng chảy bề mặt và vì thế có thể hạn chế tần suất lũ lụt thông qua những biện pháp quản lý đất đai phù hợp (Evans and Boardman, 2003; Martyn et al., 2000) [3, 8].

Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn là một lưu vực sông lớn của nước ta với diện tích 10.350 km$^2$, với hệ thống sông phức tạp gồm nhiều hồ thủy điện lớn ở phần thượng lưu (thủy điện A Vương, thủy điện

Sông Tranh 2, thủy điện Sông Bung) và có 2 sông chính: Vu Gia và Thu Bồn. Lưu vực sông chảy qua 14 huyện, thị của tỉnh Quảng Nam, thành phố Đà Nẵng và một phần huyện Đăk Glei (Kon Tum) Lưu vực sông chịu ảnh hưởng lớn từ điều kiện thời tiết của khu vực miền Trung, với địa hình ngắn và dốc đặc trưng với vùng đồi núi phía tây có độ cao 2.000 m, hình thành lũ nhanh nhưng rút chậm, với mô đun dòng chảy trung bình năm 60-80 l/s km$^2$, tính từ năm 1980 đến nay, lưu vực đã ghi nhận một số đợt lũ lớn và các tháng/năm sau: 11/1980, 10/1981, 10/1983, 10/1986, 10/1990, 10/1992, và 9/2009.

Xuất phát từ những lập luận trên, nghiên cứu này đã được thực hiện nhằm đánh giá biến động sử dụng đất lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn giai đoạn năm 2005-2010 trên địa bàn tỉnh Quảng Nam (Hình 1). Kết quả nghiên cứu nhằm cung cấp tổng quát về hiện trạng sử dụng đất của lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn, đánh giá tác động của việc thay đổi lớp phủ bề mặt đến dòng chảy mặt, lũ lụt trên lưu vực trong quá khứ cũng như trong tương lai, làm cơ sở cho việc đề xuất các biện pháp quản lý sử dụng đất sao cho vừa đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội, vừa bảo vệ nguồn nước, giảm thiểu nguy cơ lũ lụt.




Hình 1. *Khu vực nghiên cứu.*

## II. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 1. Dữ liệu nghiên cứu

Trong công tác quản lý đất đai hiện nay, thông tin kiểm kê đất đai được lưu trữ phổ biến ở hai định dạng: 1) Dữ liệu dạng số liệu thống kê trong các tài liệu hồ sơ, sổ sách, văn bản và trong máy tính; 2) Dữ liệu dạng đồ họa dưới dạng bản đồ thể hiện trên giấy (bản đồ giấy) hoặc lưu trong băng, đĩa từ (bản đồ số). Riêng bản đồ số, kể từ năm 2000, đã được sử dụng phổ biến với hệ quy chiếu VN2000 và trở thành cách thể hiện thông tin đất đai hữu

hiệu, trực quan hơn cả bởi vì nó không chỉ cung cấp thông tin thuộc tính về diện tích các loại hình sử dụng đất mà còn cho biết vị trí phân bố không gian của từng loại. Hơn nữa, đây cũng là định dạng dữ liệu đầu vào phù hợp cho GIS. Chính vì những lý do trên, nghiên cứu đã tiến hành thu thập nhiều nguồn dữ liệu khác nhau ở cả 2 định dạng số liệu thống kê và bản đồ số (Bảng 1).

Bảng 1. **Các loại dữ liệu phục vụ nghiên cứu**

| Loại dữ liệu | Nguồn thu thập |
|---|---|
| Bản đồ sử dụng đất, số liệu thống kê diện tích các loại hình sử dụng đất tỉnh Quảng Nam năm 2005, 2010 | Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Nam |
| Bản đồ địa hình tỉnh Quảng Nam | Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Nam |
| Bản đồ thổ nhưỡng tỉnh Quảng Nam | Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Nam |
| Bản đồ thủy văn tỉnh Quảng Nam | Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Nam |
| Số liệu khí tượng, thủy văn khu vực tỉnh Quảng Nam theo ngày trong giai đoạn năm 1990-2010 (mưa, nhiệt độ lớn nhất và nhỏ nhất, lưu lượng dòng chảy) | Đài khí tượng thủy văn khu vực Trung Trung Bộ |
| Số liệu kinh tế xã hội tỉnh Quảng Nam giai đoạn năm 2005 đến năm 2010 | Niên giám thống kê - Cục thống kê tỉnh Quảng Nam |

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Để thực hiện mục tiêu ban đầu nêu ra là đánh giá biến động sử dụng đất và xem xét sự tác động của sự biến động này đến lưu lượng dòng chảy, nghiên cứu được bắt đầu với việc thu thập, chuyển đổi định dạng và xử lý dữ liệu đầu vào cho thuật toán chuỗi Markov và mô hình SWAT. Dữ liệu về sử dụng đất được chuyển đổi và biên tập từ định dạng *.dng sang định dạng *.shp, tiếp đến được cắt theo ranh giới lưu vực Vu Gia - Thu Bồn nhằm tạo ra bản đồ sử dụng đất tương ứng theo ranh giới lưu vực. Dữ liệu sau khi biên tập được nhóm và gán mã theo các loại hình sử dụng đất, cụ thể nghiên cứu đã nhóm thành 07 loại hình sử dụng đất. Để thành lập bản đồ biến động nghiên cứu tiến hành chồng ghép bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2005 và bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2010. Sau khi có được bản đồ biến động, thuật toán chuỗi Markov được áp dụng để đánh giá sự biến động sử dụng đất tại lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn giai đoạn năm 2005-2010 và bước tiếp theo là xem xét sự tác động của việc thay đổi sử dụng đất đến lưu lượng dòng chảy. Trong bước này sau khi có được các dữ liệu cần thiết để chạy mô hình SWAT bao gồm dữ liệu địa hình, dữ liệu sử dụng đất, dữ liệu thổ nhưỡng và dữ liệu khí tượng thủy văn đã được thiết lập và chạy mô hình. Sau đó, kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy của mô hình SWAT được hiệu chỉnh và kiểm định với cùng thời gian đánh giá biến động để tăng cường độ tin cậy. Khái quát về quy trình và các bước thực hiện nghiên cứu được thể hiện dưới dạng sơ đồ như Hình 2.

## 3. Thuật toán chuỗi Markov

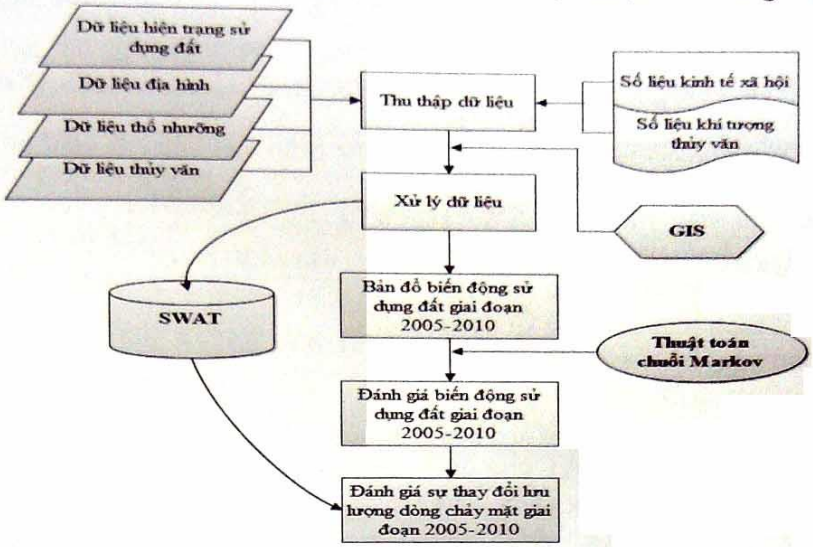
Mô hình Markov Chain được ứng dụng để xác định mức độ xu hướng biến động về diện tích giữa từng loại hình sử dụng đất. Tổng quát hóa của mô hình được minh họa như Hình 3.

$$\gamma_{ij} = A_{ij}/A_i \quad (0 \leq \gamma_{ij} \leq 1)$$

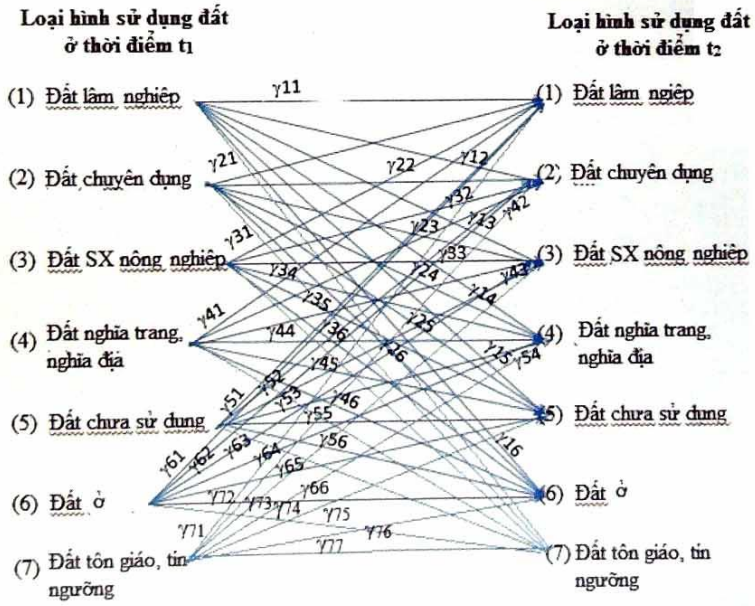
Trong đó: $\gamma_{ij}$: xác suất thay đổi được xác định từ việc chồng lớp bản đồ sử dụng đất tại 2 thời điểm khác nhau. $A_{ij}$: diện tích mà loại hình i chuyển cho loại hình j ở thời điểm thứ hai; $A_i$: diện tích của loại hình i tại thời điểm thứ nhất.

Dựa trên giá trị của $\gamma_{ij}$ mà nghiên cứu tiến hành đánh giá sự biến động của các loại hình sử dụng đất. Qua giá trị này

chúng ta sẽ biết được một loại hình sử dụng đất đã chuyển bao nhiêu phần trăm diện tích của mình ở thời điểm thứ nhất cho một loại hình sử dụng đất khác ở thời điểm thứ hai. Hay nói cách khác, quá trình đánh giá biến động sử dụng đất trong nghiên cứu này không chỉ đơn giản xem xét về mặt tăng hay giảm diện tích của một loại hình mà còn tìm hiểu diện tích của loại hình đó ở thời điểm thứ hai đã chuyển cho những loại hình nào cũng như là nhận được từ những loại hình nào.




Hình 2. *Sơ đồ tiến trình nghiên cứu.*




Hình 3. *Sơ đồ chuyển đổi các loại hình sử dụng đất.*

## 4. Mô hình SWAT

Mô hình SWAT là mô hình phân bố vật lý được phát triển để dự đoán tác động của thực tiễn quản lý đất đai đến môi trường nước, sự bồi lắng và lượng hóa chất sinh ra từ hoạt động nông nghiệp trên những lưu vực rộng lớn và phức tạp trong khoảng thời gian dài [10]. Trong mô hình này, một lưu vực được chia nhỏ thành các tiểu lưu vực. Tiểu lưu vực sau đó được tiếp tục phân chia thành các đơn vị thủy văn (Hydrological Response Units - HRUs)

dựa trên thổ nhưỡng, sử dụng đất và độ dốc, nhờ đó nâng cao mức độ chi tiết của mô phỏng. Mô hình này mô phỏng tiến trình thủy văn ở mỗi HRU bằng cách sử dụng phương trình cân bằng nước, bao gồm mưa, dòng chảy bề mặt, bốc hơi nước, quá trình thấm nước và dòng chảy ngầm. Mô hình SWAT cung cấp hai phương pháp ước lượng dòng chảy bề mặt: phương pháp đường cong số SCS và phương pháp thấm Green-Ampt [10]. Trong nghiên cứu này mô hình SWAT được sử dụng để mô phỏng lưu lượng dòng chảy cho 2 kịch bản trong đó kịch bản thứ nhất với dữ liệu hiện trạng sử dụng đất tại thời điểm năm 2005 và kịch bản thứ hai với dữ liệu hiện trạng sử dụng đất tại thời điểm năm 2010. Ngoài ra các dữ liệu đầu vào khác cho mô hình SWAT như địa hình, thổ nhưỡng và khí tượng thủy văn không thay đổi cho hai kịch bản mô phỏng. Thông qua kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy mặt mà nghiên cứu đánh giá sự tác động của biến động sử dụng đất đến các đặc điểm của lưu lượng dòng chảy tại hai thời điểm trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn.

Để đánh giá được độ tin cậy kết quả mô phỏng của mô hình SWAT nghiên cứu sử dụng các hệ số xác định $R^2$ [6] và chỉ số Nash - Sutcliffe (NSI) [9] để đo lường sự phù hợp giữa giá trị thực đo và giá trị mô phỏng theo các công thức sau:

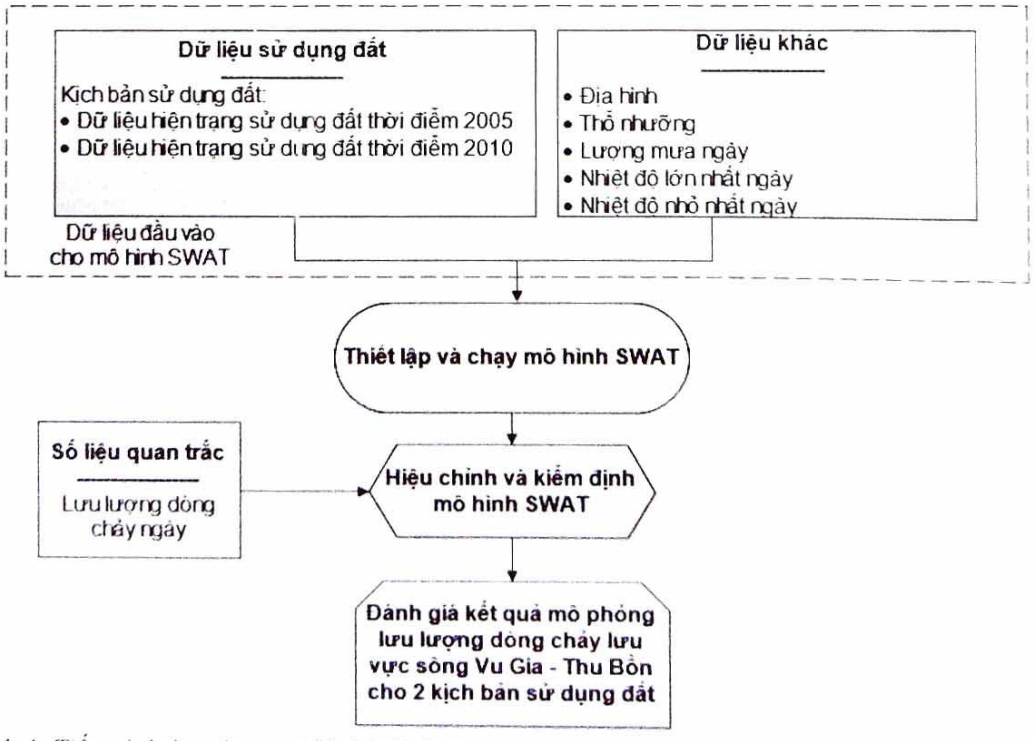
$$R^2 = \left( \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i - \bar{O}\right)\left(P_i - \bar{P}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i - \bar{O}\right)^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(P_i - \bar{P}\right)^2}} \right)^2$$

$$NSI = 1 - \left( \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i - \bar{O}\right)^2} \right)$$

Trong đó: $O$: giá trị thực đo; $\bar{O}$: giá trị thực đo trung bình; $P$: giá trị mô phỏng; $\bar{P}$: giá trị mô phỏng trung bình; n: số lượng giá trị tính toán.

Giá trị của hệ số $R^2$ từ 0 đến 1 và hệ số $R^2$ càng tiến về 1 thì có mối tương quan càng cao giữa giá trị mô phỏng và giá trị quan trắc.

Giá trị chỉ số NSI từ $-\infty$ đến 1 và chỉ số NSI càng tiến về 1 thì độ sai lệch giữa giá trị mô phỏng và quan trắc càng nhỏ.




Hình 4. *Tiến trình ứng dụng mô hình SWAT đánh giá lưu lượng dòng chảy giai đoạn năm 2005-2010.*

## III. KẾT QUẢ

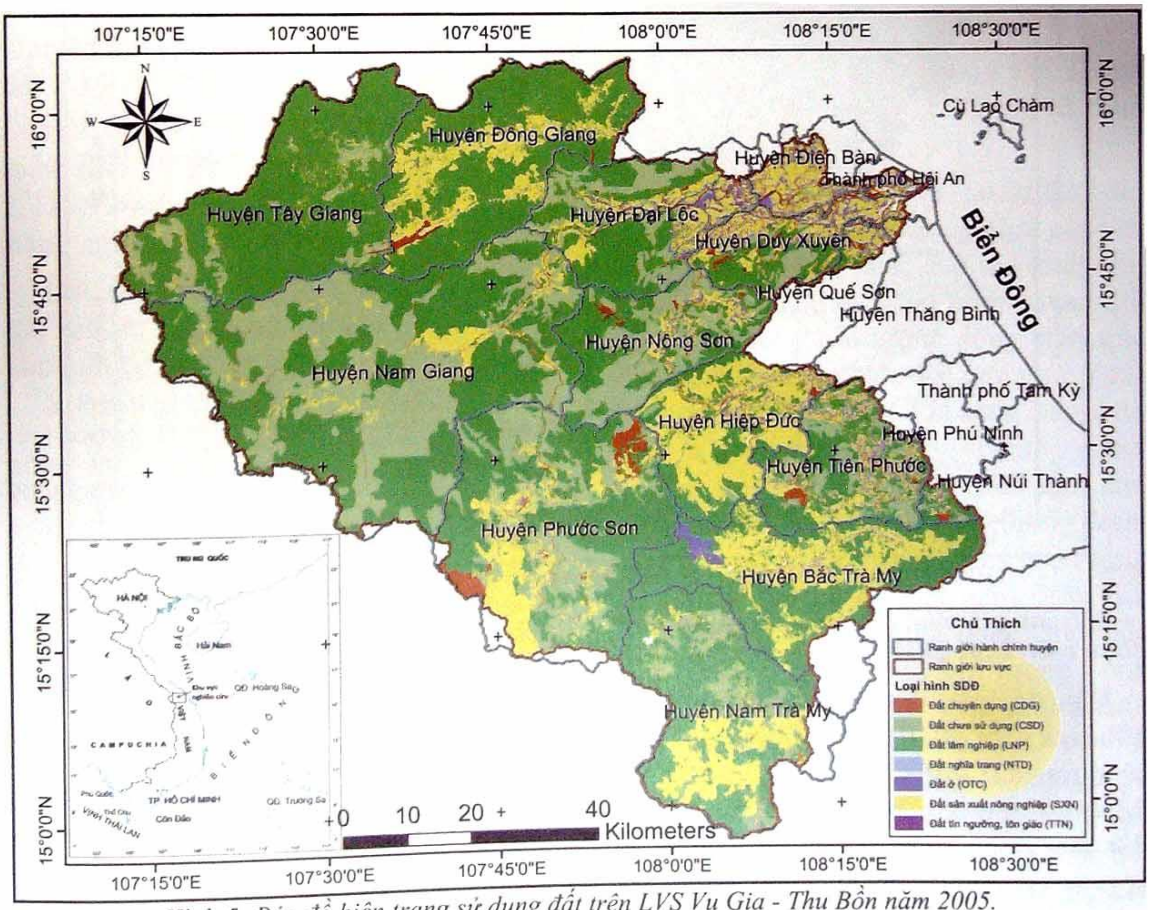
### 1. Đánh giá hiện trạng sử dụng đất lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn giai đoạn năm 2005-2010

Hiện trạng sử dụng đất trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn năm 2005 có 7 loại hình sử dụng đất gồm (Hình 5): đất lâm nghiệp (LNP), đất sản xuất nông nghiệp (SXN), đất chuyên dụng (CDG), đất chưa sử dụng (CSD), đất ở (OTC), đất tôn giáo, tín ngưỡng (TTN), đất nghĩa trang, nghĩa địa (NTD). Diện tích đất tự nhiên năm 2005 khoảng 858.861 ha trong đó đất lâm nghiệp có diện tích lớn nhất 466.840 ha chiếm 54,4% và đất sản xuất nông nghiệp với diện tích là 166.109 chiếm 19,3%.

Bảng 2. **Bảng thay đổi các loại hình sử dụng đất trong giai đoạn năm 2005-2010 trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn**

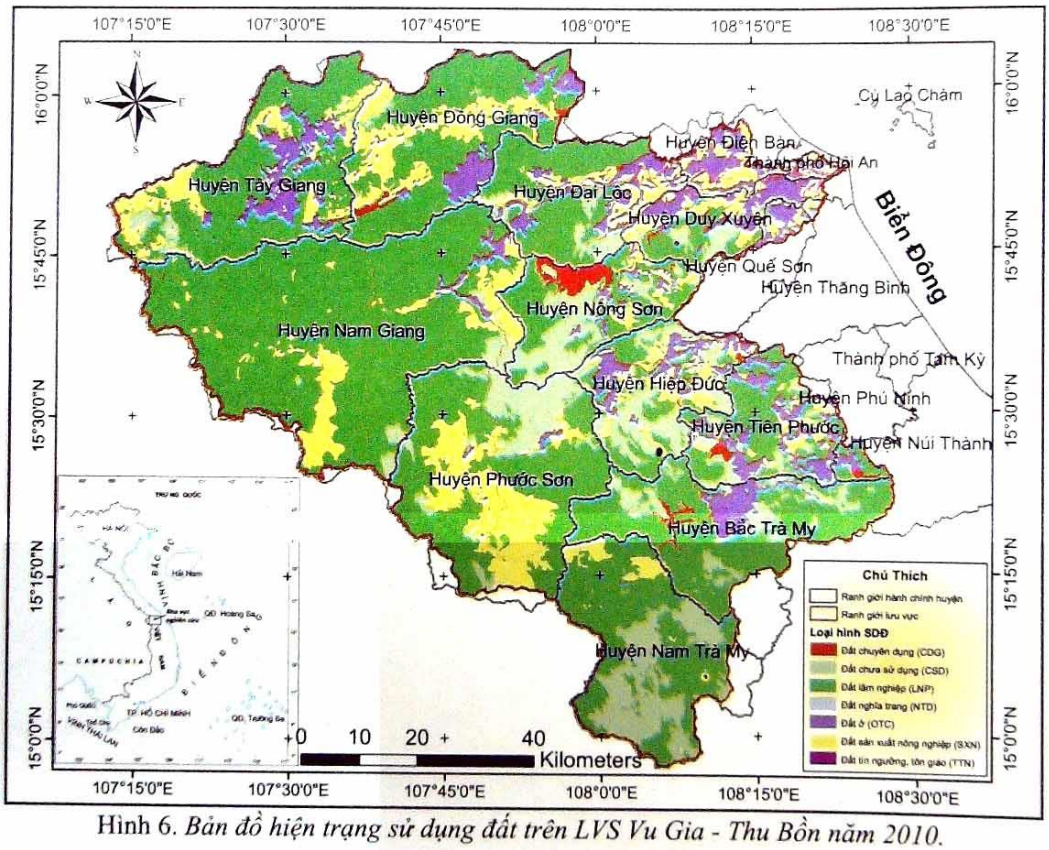
| Nhóm sử dụng đất | Năm 2005 | | Năm 2010 | |
|---|---|---|---|---|
| | Diện tích (ha) | % | Diện tích (ha) | % |
| CDG | 18.215 | 2,12 | 5.911 | 0,69 |
| CSD | 185.285 | 21,56 | 112.948 | 13,15 |
| LNP | 466.840 | 54,36 | 529.945 | 61,70 |
| NTD | 39 | 0,01 | 416 | 0,05 |
| OTC | 22.350 | 2,60 | 84.608 | 9,85 |
| SXN | 166.109 | 19,34 | 124.967 | 14,55 |
| TTN | 24 | 0,01 | 66 | 0,01 |
| Tổng số | 858.861 | 100 | 858.861 | 100 |

*(Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Nam)*




Hình 5. *Bản đồ hiện trạng sử dụng đất trên LVS Vu Gia - Thu Bồn năm 2005.*

Thực trạng cơ cấu loại hình sử dụng đất ở Quảng Nam cho thấy sử dụng đất cho ngành lâm nghiệp và nông nghiệp chiếm ưu thế do trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn có nguồn rừng và lâm sản ngoài gỗ rất phong phú có vai trò quan trọng cho phát triển kinh tế xã hội. Hơn nữa, lưu vực còn là nơi cung cấp lượng nước lớn phục vụ phát triển thủy điện với 46 dự án thủy điện được phê duyệt quy hoạch với tổng công suất hơn 1.500 MW năm 2007, lưu vực còn là nơi lưu trữ nguồn nước, bảo vệ môi trường đất tạo nên hệ sinh thái phong phú đa dạng. Năm 2010 diện tích đất lâm nghiệp tăng lên đáng kể (529.945 ha) chiếm 61,7% bởi nhiều chính sách, cơ chế nhà nước ban hành cùng với cơ chế bảo vệ, phát triển rừng gắn với giảm nghèo bền vững. Tuy nhiên diện tích đất nông nghiệp giảm đi chỉ còn 124.967 ha chiếm 14,55% do sự phát triển kinh tế - xã hội, tốc độ đô thị hóa nhanh với nguồn lao động dồi dào. Hơn nữa với sự chuyển dịch cơ cấu kinh tế giảm dần tỷ trọng nông-lâm nghiệp, thủy sản; tỷ trọng công nghiệp và dịch vụ ngày càng tăng thêm, đóng góp tăng trưởng GDP ngành công nghiệp và xây dựng năm 2006 là 6.006.226 triệu đồng, năm 2010 là 12.937.620 triệu đồng. Các loại hình sử dụng đất khác có sự thay đổi không đáng kể (Hình 6).




Hình 6. *Bản đồ hiện trạng sử dụng đất trên LVS Vu Gia - Thu Bồn năm 2010.*

### 2. Đánh giá biến động sử dụng đất giai đoạn năm 2005-2010

Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2005 và năm 2010 sau khi gộp loại hình sử dụng đất được tiến hành chồng lớp để xây dựng bản đồ biến động sử dụng đất giai đoạn năm 2005-2010. Trên cơ sở xây dựng bản đồ biến động kết hợp tính toán ta xây dựng được ma trận biến động sử dụng đất giai đoạn năm 2005-2010 sử dụng chuỗi Markov hỗ trợ. Dựa trên ma trận biến động cho ta thấy sự thay đổi của các loại hình sử dụng đất từ năm 2005 đến năm 2010 có sự biến động cụ thể được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. **Ma trận chuyển đổi sử dụng đất lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn giai đoạn năm 2005-2010**

| Nhóm sử dụng đất | Nhóm sử dụng đất | | | | | | | Mức độ thay đổi | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CDG | CSD | LNP | NTD | OTC | SXN | TTN | Tổng (2005) | DT (ha) | Tỉ lệ % |
| CDG | 876,48 | 2.851,90 | 6.715,97 | 165,90 | 3.820,36 | 3.751,54 | 33,05 | 18.215,19 | ↓12.303,97 | **↓67,55** |
| CSD | 1.669,52 | 38.732,06 | 103.503,79 | 49,63 | 7.979,35 | 33.350,25 | | 185.284,61 | ↓72.336,88 | **↓397,12** |
| LNP | 3.007,67 | 33.109,35 | 367.666,51 | 0,01 | 24.783,57 | 38.255,49 | 17,56 | 466.840,15 | ↑63.104,81 | **↑346,44** |
| NTD | | 5,55 | 1,05 | | 20,27 | 11,92 | | 38,79 | ↑377,12 | **↑2,07** |
| OTC | 10,26 | 2.850,60 | 2.378,06 | 65,25 | 11.133,67 | 5.912,23 | | 22.350,08 | ↑62.258,35 | **↑341,79** |
| SXN | 347,30 | 35.396,88 | 49.678,21 | 135,10 | 36.858,33 | 43.677,62 | 15,23 | 166.108,66 | ↓41.141,55 | **↓225,86** |
| TTN | | 1,38 | 1,38 | | 12,89 | 8,06 | | 23,71 | ↑42,12 | **↑0,23** |
| **Tổng (2010)** | **5.911,22** | **112.947,73** | **529.944,97** | **415.90** | **84.608,43** | **124.967,11** | **65,83** | **858.861,19** | | |

Đất lâm nghiệp giữ lại khoảng 367.666,51 ha có sự thay đổi 341,79% so với năm 2005, chuyển sang đất nông nghiệp 38.255,49 ha, đất ở khoảng 24.783,57 ha;

Đất nông nghiệp chỉ giữ lại 43.677,62 ha giảm đi 225,86% so với năm 2005, chuyển sang đất lâm nghiệp 49.678,21 ha, đất ở 36.858,33 ha;.

Đất chuyên dùng giữ lại 876,48 ha giảm 67,55 %,chuyển sang đất lâm nghiệp 6.715,97 ha, đất ở 3.820,36, đất sản xuất nông nghiệp 3.751,54 ha;

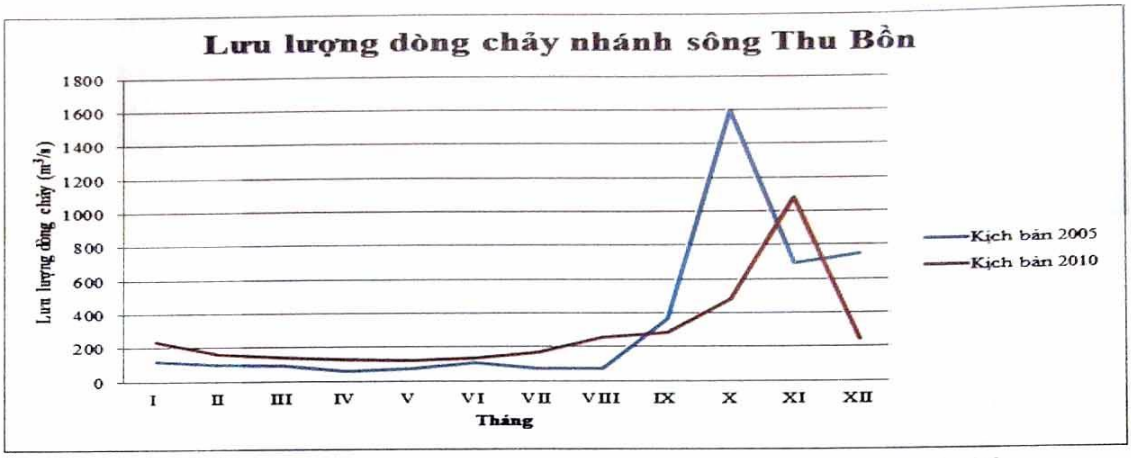
Đất chưa sử dụng giảm72.336,88 ha giữ lại 38.732 ha, chuyển 103.503,79 đất lâm nghiệp, 33.350,25 đất nông nghiệp.

### 3. Đánh giá biến động sử dụng đất đến lưu lượng dòng chảy nước mặt lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn giai đoạn năm 2005-2010

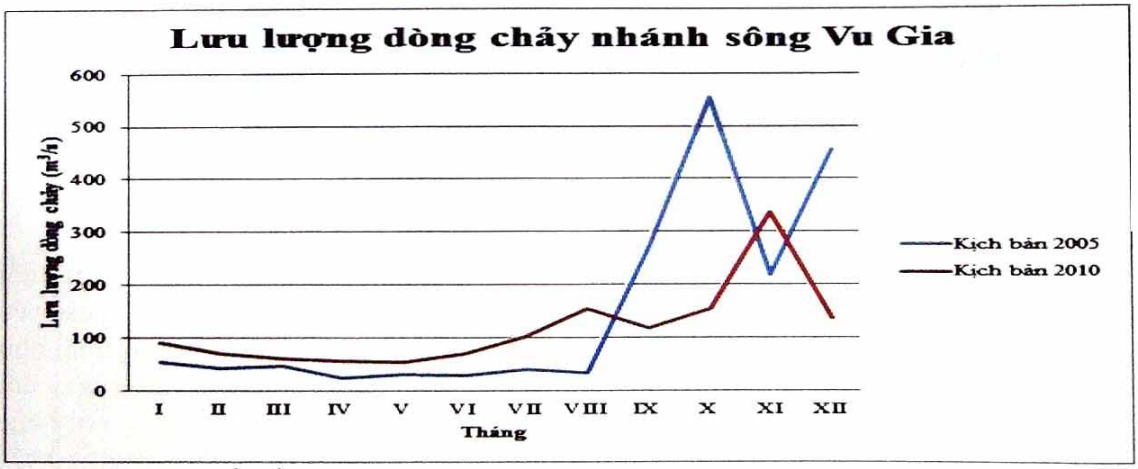
Sự biến động sử dụng đất ở lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn có tác động trực tiếp hoặc gián tiếp đến các đối tượng tài nguyên thiên nhiên khác trong lưu vực. Nghiên cứu mô phỏng dòng chảy lưu vực theo hai kịch bản sử dụng đất năm 2005 và 2010 với chuỗi số liệu khí tượng chung từ năm 1990-2010 nhằm đánh giá lưu lượng dòng chảy của lưu vực. Kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy của mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu lưu lượng dòng chảy trung bình tháng tại trạm thủy văn Thành Mỹ dành cho nhánh sông Vu Gia và trạm Nông Sơn dành cho nhánh sông Thu Bồn với độ tin cậy khá. Cụ thể kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho kịch bản 2005 là $R^2$ = 0,89, NSI = 0,88 tại vị trí trạm thủy văn Thạnh Mỹ; $R^2$ = 0,88, NSI = 0,87 tại vị trí trạm thủy văn Nông Sơn. Kịch bản 2010 là $R^2$ = 0,90, NSI = 0,88 tại vị trí trạm thủy văn Thành Mỹ; $R^2$ = 0,90, NSI = 0,89 tại vị trí trạm thủy văn Nông Sơn.

Trong nghiên cứu do chỉ có sự thay đổi trong dữ liệu sử dụng đất ngoài ra các yếu tố dữ liệu đầu vào khác cho mô hình như thổ nhưỡng hoặc thời tiết không thay đổi nên nhìn chung lưu lượng dòng chảy của các kịch bản có sự biến đổi tương tự ở các tháng trong năm cụ thể là tăng vào mùa mưa và giảm vào mùa khô. Nhưng chính sự thay đổi lớp phủ bề mặt đã làm cho lượng nước thay đổi cả về lưu lượng dòng chảy của các tháng trong năm hoặc tổng lưu lượng dòng chảy của năm. Vào các tháng mùa khô lưu lượng dòng chảy của kịch bản 2005 thấp hơn lưu lượng dòng chảy của kịch bản 2010 cho cả 2 nhánh sông Thu Bồn và Vu Gia lần lượt từ khoản 0,94 đến 1 lần Hình 7 và Hình 8. Điều này đã chứng minh được phần nào vai trò của rừng trong việc giữ và điều tiết nước trong thời gian mùa khô. Trong khi đó các tháng mùa mưa xu hướng chung là

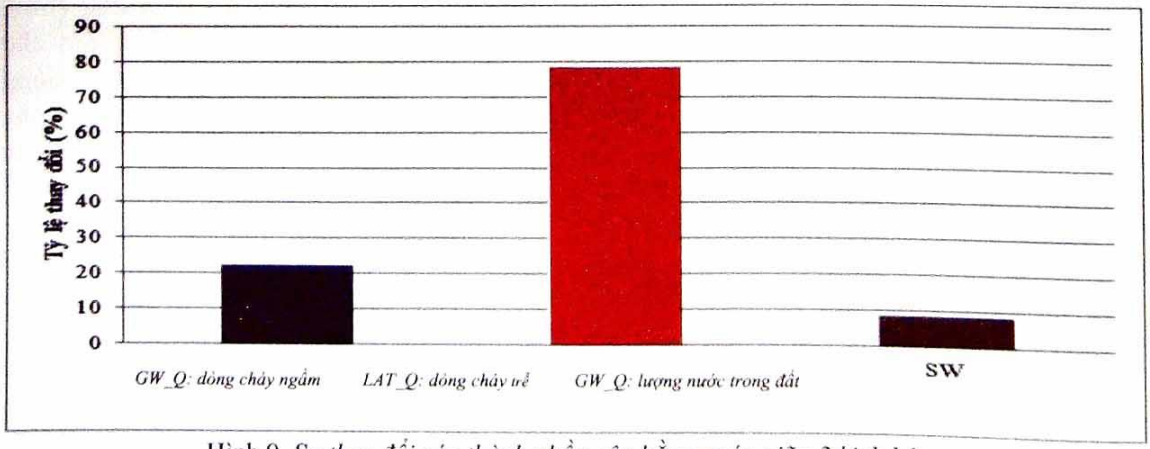
lưu lượng dòng chảy của kịch bản 2005 cao hơn lưu lượng dòng chảy của kịch bản 2010 là 1,2 lần ở nhánh sông Thu Bồn và 1,4 lần ở nhánh sông Vu Gia. Trung bình lưu lượng dòng chảy tháng của kịch bản 2010 so với kịch bản 2005 giảm 2,86 lần ở nhánh sông Vu Gia và giảm 2,05 lần ở nhánh sông Thu Bồn. Như vậy chúng ta có thể thấy được cụ thể vai trò của rừng trong việc điều tiết dòng chảy nước mặt ở lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn vào mùa mưa lũ.




Hình 7. *Biểu đồ so sánh lưu lượng dòng chảy giữa 2 kịch bản ở nhánh sông Thu Bồn.*




Hình 8. *Biểu đồ so sánh lưu lượng dòng chảy giữa 2 kịch bản ở nhánh sông Vu Gia.*




Hình 9. *Sự thay đổi các thành phần cân bằng nước giữa 2 kịch bản.*

Ngoài ra để thấy rõ hơn sự tác động của việc thay đổi lớp phủ bề mặt đến tài nguyên nước, nghiên cứu còn so sánh sự khác nhau giữa các thành thành phần cân bằng trước trong lưu vực như dòng chảy trễ (LAT_Q), dòng chảy ngầm (GW_Q) và lượng nước trong đất (SW) (Hình 9.). Đối với các thành phần cân bằng nước ở kịch bản 2010 đều có sự thay đổi so với kịch bản 2005 cụ thể như sau dòng chảy trễ tăng 22,16%, dòng chảy ngầm tăng 78,55%, riêng lượng nước trong đất chỉ có sự tăng nhẹ 8,56 %.

## IV. KẾT LUẬN

Như vậy, trong giai đoạn năm 2005-2010 biến động sử dụng đất trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn giai đoạn năm 2005-2010 đã có sự biến động theo hướng tích cực, đất ở có sự gia tăng, trong đó đất lâm nghiệp tăng mạnh nhất khoảng 346,44%, diện tích đất ở tăng khoảng 341,79 %, đất chưa sử dụng đã được khai thác và tận dụng hơn, nên đã giảm đi 397,12%. Sự biến động đã và đang kéo theo sự thay đổi của các đối tượng tài nguyên khác mà đặc biệt là tài nguyên nước. Mặc dù có sự suy giảm trong lưu lượng dòng chảy mặt của kịch bản 2010 so với kịch bản 2005 giảm 19,65% ở nhánh sông Vu Gia và giảm 15,09% ở nhánh sông Thu Bồn. Nhưng sự gia tăng diện tích rừng đã góp phần điều tiết lưu lượng dòng chảy vào mùa mưa từ 1,2 đến 1,4 ở các nhánh sông Thu Bồn và Vu Gia.

Sự đánh giá biến động sử dụng đất ứng dụng công nghệ GIS, thuật toán chuỗi Markov và mô hình SWAT là cách tiếp cận hiệu quả qua cách chỉ ra biến động giữa các loại hình sử dụng đất, không chỉ đơn thuần là thống kê diện tích mà còn lượng hóa được phần nào sự biến động sử dụng đất này đến các đối tượng tài nguyên khác đặc biệt là tài nguyên nước và đất. Việc đánh giá này sẽ là cơ sở vững chắc hỗ trợ cho các nhà quản lý đưa ra những kế hoạch sử dụng đất hiệu quả hơn, cảnh báo thực trạng sử dụng đất cho người dân, đề xuất các biện pháp quản lý sử dụng đất sao cho vừa đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội, vừa bảo vệ nguồn nước, giảm thiểu nguy cơ lũ lụt.

***Lời cảm ơn:*** Tập thể tác giả trân trọng cảm ơn đề tài mã số KC.01.24/11-15 về các số liệu nghiên cứu. Tập thể tác giả đặc biệt cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí của Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN thông qua đề tài mã số TN. 15.21 để thực hiện nghiên cứu này.

## VĂN LIỆU

**1. Camorani G., Castellarin A. and Brath A., 2005.** Effectsof land-use changes on the hydrologic response of reclamation systems. *Phys.Chem.Earth 30:561-574.*

**2. Evans E., Ashley R., Hall J., Penning-Rowsell E., Saul A.J., Sayers P. and Thorne C., 2004.** Foresight Future Flooding. *Officeof Science and Technology, London.*

**3. Evans R. and Boardman J., 2003.** Curtailment of muddy floods in the Sompton, South Downs, West Sussex, Southern England. *Soil Use Manage 19:223-231.*

**4. Evrard O., Bielders C.L., Vandaele K. and Van Wesemael B., 2007.** Spatial and temporal variation of muddy floods in central Belgium, off-site impacts and potential control measures. *Catena 70, 443-454.*

**5. Green W.H., Ampt G.A., 1911.** Studies on soil physics. The flow of air and water through soils. *Journal of Agricultural Science 4:11-24.*

**6. Krause P., Boyle D.P., Base F., 2005.** Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment. *Advances in Geosciences 5:89-97.*

**7. Macleod and Congalton, 1998.** A Quantitative Comparison of Change Detection Algorithms for Monitoring Eelgrass from Remotely Sensed Data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 64. No. 3. p. 207-216.*

**8. Martyn T.M., Donaldson G., Clements R.O. and Lindsay J., 2000.** Soilerosion controlin maizestubbles. *Proceedings of Sixth Research Conference, British Grass land Society, Aberdeen, UK, pp.x 29-30.*

**9. Nash J.E. and Sutcliffe, J.V., 1970.** River flow forecasting through conceptual models, Part I - A discussion of principles. *J. Hydrol., 10, 282-290.*

**10. Neitsch S.L., Arnold J.G., Kiniry J.R., Williams J.R., 2011.** Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009. *Technical Report No. 406. Texas Water Resources Institute: Texas; 647.*

**11. SH J.E. and Suttcliffe J.V., 1970.** River flow forecasting through conceptual models, Part 1.A discussion of principles. *Journal of Hydrology 10/3:282-290.*

**12. O'Connell P.E., Ewen J., O'Donnell G. and Quinn P., 2007.** Istherea link between agricultural land-use management and flooding. Hydrol. *EarthSyst. Sci.11/1:96-107.*

**13. Singh A., 1989.** Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data. *International Journal of Remote Sensing Vol. 10, No. 6, p. 989-1003.*

**14. USDA-SCS, 1972.** *National Engineering Handbook: Section 4. Hydrology*. USDA.Van Liew, M. W., J. G. Arnold, and J. D. Garbrecht. 2003. Hydrologic simulation on agricultural watersheds: Choosing between two models. *Trans. ASAE 46/6:1539-1551.*