

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

LÊ THỊ MAI VÂN

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ BỀN VỮNG
CỦA LƯU VỰC SÔNG VÀ ÁP DỤNG THÍ ĐIỂM
CHO LƯU VỰC SÔNG CÀU**

Chuyên ngành: Quản lý Tài nguyên và Môi trường
Mã số: 62850101

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SỸ KIỂM SOÁT
VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG**

Hà Nội - 2018

Công trình được hoàn thành tại:

VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THUỶ VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS. TS. Hoàng Minh Tuyên

2. PGS.TS. Trần Thanh Xuân

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện họp tại: Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu vào hồi giờ ngày tháng năm 2018

Có thể tìm thấy Luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam;
- Thư viện Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết, mục tiêu của luận án

Phát triển bền vững hiện nay đang là mối quan tâm trên phạm vi toàn cầu và đang trở thành yêu cầu bức thiết đối với toàn thế giới. Phát triển bền vững cần có sự điều tiết hài hòa giữa tăng trưởng kinh tế với bảo đảm an ninh xã hội và bảo vệ môi trường.

Tại Hội nghị về phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long tháng 9 năm 2017 tại Cần Thơ, các nhà khoa học đã cho rằng các nguyên nhân chính ảnh hưởng đến phát triển bền vững trên lưu vực sông là do các mâu thuẫn nội tại trong lưu vực sông, khai thác quá mức rừng đầu nguồn ở thượng lưu và tác động của biến đổi khí hậu. Trong đó, nguyên nhân quan trọng nhất, được đề cập trong luận án này là mâu thuẫn nội tại ở trong lưu vực sông. Mặt khác, trước sức ép về gia tăng dân số, nhu cầu phát triển kinh tế xã hội, ô nhiễm môi trường... đã ảnh hưởng rất lớn đến việc phát triển ổn định kinh tế, xã hội và hài hòa các lợi ích khác nhau của các đối tượng sử dụng nước trong lưu vực.

Lưu vực sông hiện nay được coi là trung tâm của những thách thức về an ninh nước, an ninh lương thực, phát triển kinh tế - xã hội và biến đổi khí hậu. Vì thế, ***nguyên cứu đề xuất chỉ số đánh giá tính bền vững lưu vực sông là rất cần thiết*** nhằm cung cấp cho các nhà hoạch định chính sách, các nhà quản lý, các nhà khoa học, kỹ thuật và người dân về tình trạng lưu vực sông, để trên cơ sở đó đưa ra các giải pháp quản lý tổng hợp lưu vực sông nói chung và tài nguyên nước nói riêng, phục vụ phát triển bền vững kinh tế - xã hội.

Lưu vực sông Cầu có vai trò quan trọng đối với hệ thống sông Thái Bình và là LVS phải chịu một sức ép môi trường rất lớn. Do đó, tác giả luận án lựa chọn LVS nghiên cứu cụ thể là lưu vực sông Cầu.

Luận án có 3 mục tiêu sau đây:

- Xác định được cơ sở khoa học và phương pháp tính toán chỉ số
- Xác lập được cơ sở khoa học cho việc lựa chọn phương pháp đánh giá tính bền vững của lưu vực sông Việt Nam;
- Lựa chọn được bộ tham số của các chỉ thị phù hợp để tính chỉ số bền vững lưu vực sông Việt Nam;
- Áp dụng thí điểm tính toán chỉ số bền vững của lưu vực sông Cầu.

2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án là chỉ số bền vững lưu vực sông, bao gồm các tham số ảnh hưởng đến tính bền vững lưu vực sông ở các lĩnh vực Tài nguyên nước, Môi trường, Đời sống và Chính sách.

Phạm vi không gian của luận án là các lưu vực sông Việt Nam. Phạm vi nghiên cứu cụ thể là lưu vực sông Cầu.

3. Những đóng góp mới của luận án

- Xây dựng được cơ sở khoa học cho việc xác định chỉ số bền vững lưu vực sông Việt Nam trên cơ sở bộ chỉ thị, tham số phản ánh 4 lĩnh vực: Tài nguyên nước, Môi trường, Đời sống và Chính sách.
- Đề xuất phương pháp tính chỉ số bền vững lưu vực sông và áp dụng thử nghiệm thành công cho lưu vực sông Cầu.

4. Những luận điểm bảo vệ

Luận điểm 1: Sự phát triển bền vững của lưu vực sông là sự phát triển một cách tổng hợp các yếu tố khai thác, sử dụng và bảo vệ tài nguyên thiên nhiên hiện có và phải được đánh giá qua một chỉ số định lượng gọi là Chỉ số bền vững lưu vực sông từ các nhân tố tác động chủ yếu;

Luận điểm 2: Chỉ số bền vững lưu vực sông là chỉ số tổng hợp biểu

thị mức độ bền vững của lưu vực sông được phản ánh qua các chỉ thị chính về Tài nguyên nước, Môi trường, Đời sống, Chính sách thể hiện thông qua các tham số Sức ép - Trạng thái – Ứng phó và được tính toán dựa trên mức độ tác động của các nhân tố trong mỗi lưu vực sông.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

5.1. Ý nghĩa khoa học

Ý nghĩa khoa học của luận án là đã đưa ra phương pháp có cơ sở khoa học để đánh giá tính bền vững của lưu vực sông, dựa vào chỉ số bền vững với bộ tham số phản ánh 4 mặt chính trong lưu vực sông là: Tài nguyên nước, Môi trường, Đời sống, Chính sách và góp phần giải quyết một vấn đề khoa học về quản lý tổng hợp lưu vực sông. Đây là một vấn đề mới mẻ và phức tạp trên thế giới nói chung và ở nước ta nói riêng.

5.2. Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả đánh giá chỉ số bền vững sông có thể cung cấp cho các nhà quản lý, các nhà khoa học kỹ thuật và người dân nhận biết được hiện trạng, mức độ bền vững của lưu vực sông. Trên cơ sở đó, đưa ra các giải pháp nâng cao tính bền vững của lưu vực sông nhằm phục vụ khai thác, sử dụng hợp lý, tiết kiệm và bảo vệ tài nguyên thiên nhiên và môi trường, đặc biệt là tài nguyên nước, nhằm phát triển bền vững kinh tế - xã hội trong lưu vực sông ở giai đoạn hiện tại và tương lai.

5. Cấu trúc của luận án

Ngoài Mở đầu, Kết luận, Tài liệu tham khảo, Phụ lục kèm theo, luận án gồm 3 chương: (1) Tổng quan về các nghiên cứu có liên quan đến chỉ số bền vững lưu vực sông; (2) Xác lập cơ sở khoa học và phương pháp nghiên cứu; (3) Tính toán và phân tích kết quả tính chỉ số bền vững lưu vực sông Cầu.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ CÁC NGHIÊN CỨU CÓ LIÊN QUAN ĐẾN CHỈ SỐ BỀN VỮNG LƯU VỰC SÔNG

1.1. Khái niệm về chỉ số bền vững lưu vực sông

Theo UNESCO (2006), Chỉ số bền vững lưu vực sông là một chỉ số định lượng mức độ bền vững của lưu vực sông, phản ánh cụ thể tình trạng, mức độ bền vững của từng lưu vực sông, được biểu thị trong khoảng từ [0-1].

1.2. Tổng quan về các nghiên cứu có liên quan đến chỉ số bền vững lưu vực sông

1.2.1. Tổng quan các nghiên cứu liên quan đến chỉ số bền vững lưu vực sông hiện có trên thế giới

Các nghiên cứu liên quan chỉ số bền vững lưu vực sông hiện có trên thế giới được chia làm 2 nhóm cụ thể dưới đây:

1. Nhóm nghiên cứu về Chỉ số bền vững lưu vực sông

Các nghiên cứu bao gồm: nghiên cứu của Chaves và Alipaz (2006) “*Một chỉ số tích hợp thủy văn, môi trường, đời sống, chính sách: Chỉ số bền vững lưu vực sông*” (*An Integrated Indicator based on Basin Hydrology, Environment, Life and Policy: The Watershed Sustainability Index*); nghiên cứu của Dr. Rahmah Elfithri (2013): “*Áp dụng chỉ số bền vững lưu vực sông cho lưu vực sông Langat, Malaysia*” (*Watershed Sustainability Index Study For Langat River Basin, Malaysia*); nghiên cứu “*Áp dụng chỉ số bền vững lưu vực sông cho lưu vực sông Elqui, phía Bắc Chile*” (*Application of the Watershed Sustainability Index to the Elqui river basin, North-Central Chile*)...

Ưu điểm của nhóm nghiên cứu này là đưa ra cách tính rõ ràng và đơn giản, đã được áp dụng rộng rãi cho các lưu vực sông khác nhau, tuy nhiên cũng tồn tại những nhược điểm nhất định như là: các

lưu vực sông đều có các tham số và chỉ thị giống nhau không thể hiện được các đặc trưng khác nhau của lưu vực sông. Một số tham số còn đơn giản, chưa thể hiện được hết các vấn đề của chỉ thị, nhóm nghiên cứu này coi trọng số của các tham số thành phần và các chỉ thị đều bằng nhau chưa phản ánh được mức độ tác động của các tham số khác nhau đến các chỉ thị/chỉ số.

2. Nhóm nghiên cứu về bộ chỉ thị bền vững nước

Bộ chỉ thị bền vững nước bao gồm các tham số liên quan đến tính bền vững về tài nguyên nước. Bộ chỉ thị bao gồm nhiều chỉ thị riêng rẽ, không tích hợp thành một chỉ số chung. Các lĩnh vực được xem xét trong các nghiên cứu ở nhóm này bao gồm: số lượng, chất lượng nước, khả năng đáp ứng của tài nguyên nước, các dịch vụ và các hệ sinh thái với khả năng quản lý nước hiệu quả của cộng đồng. Một số nghiên cứu tiêu biểu của nhóm này như là: báo cáo tính toán bộ chỉ số bền vững nước Canada: *“Centre for Indigenous Environmental Resources The Canadian Water Sustainability Index”*; nghiên cứu của Iwan Juwana (2012): *“Xây dựng chỉ số bền vững nước cho phía Tây Java, Indonesia” (Development of a Water Sustainability Index for West Java, Indonesia)*; nghiên cứu của Juwana a , N. Muttill b and B. J. C. Perera (2012): *“Đánh giá tổng quan về cách tính bền vững tài nguyên nước dựa trên các chỉ số” (Indicator-based Water Sustainability Assessment – A Review)*...

Ưu điểm chung của nhóm nghiên cứu này là bộ chỉ thị bao quát được tất cả các vấn đề trong lưu vực sông. Tuy nhiên nhóm nghiên cứu này cũng có những hạn chế đó là hướng nghiên cứu này chỉ tập trung vào tính bền vững tài nguyên nước trong khi tính bền vững tài nguyên nước chỉ là một mặt của bền vững lưu vực sông. Cách tính toán các chỉ thị, tham số nhiều và phức tạp hơn, vì vậy

đòi hỏi yêu cầu số lượng dữ liệu lớn, chi phí thực hiện lớn.

Hầu hết các nghiên cứu của nước ngoài đều cho thấy vấn đề phát triển bền vững lưu vực sông đã được chú trọng và phát triển, những nghiên cứu là tài liệu quý báu để nghiên cứu xây dựng chỉ số bền vững lưu vực sông cho Việt Nam.

1.2.2. Tổng quan các nghiên cứu liên quan đến chỉ số bền vững lưu vực sông tại Việt Nam.

Một số nghiên cứu liên quan đến chỉ số bền vững LVS tại VN nổi bật như là: Dự án đánh giá ngành nước TA 4903-VIE (2008); Dự án lập nhiệm vụ Quy hoạch Quản lý lưu vực sông Hồng –Thái Bình (2013); tài nguyên nước Việt Nam và Quản lý (2013); Dự án “Hỗ trợ nâng cao năng lực thể chế theo dõi chỉ số giảm nghèo – môi trường - sinh kế... Đây là các tài liệu khái quát các đặc điểm về tài nguyên nước của các LVS chính Việt Nam. Vì vậy, các tài liệu này cũng là tài liệu tham khảo quý để tác giả nghiên cứu các vấn đề ảnh hưởng đến bền vững TNN và các lĩnh vực khác trên lưu vực sông.

Bên cạnh các công trình nghiên cứu, tiêu biểu có các bài báo sau: Bài báo trên tạp chí Phát triển KH&CN, Tập 9, Môi trường và Tài nguyên, 2006 về “Hệ thống chỉ thị và chỉ số môi trường để đánh giá và so sánh hiện trạng môi trường giữa các thành phố trên lưu vực sông” của TS. Chế Đình Lý; “Phương pháp đánh giá tổng hợp chất lượng nước có trọng số và quy chuẩn về một thông số” của Phạm Ngọc Hồ đăng trên Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 27, số 55 (2011) v..v

2.1. Kết luận chương 1

Chương 1 của luận án đã tổng quan những kết quả nghiên cứu chính về chỉ số bền vững LVS ở một số nước trên thế giới, như các nghiên cứu của IHP- UNESCO và Chaves & Alipaz (Brasin, Malawi,

Malaysia...), bộ chỉ số bền vững nước (Canada, Pháp, Indonesia, Ấn Độ, Scotland ..)...Các kết quả nghiên cứu và kinh nghiệm thực tiễn xây dựng chỉ số bền vững cho các lưu vực sông trên thế giới là rất bổ ích, có thể tham khảo để vận dụng khi xây dựng chỉ số bền vững lưu vực sông ở nước ta. Trong các phương pháp đã nêu, phương pháp tính CSBVLVS của Chaves và Alipaz là phương pháp có thể áp dụng và cải tiến phù hợp với điều kiện của Việt Nam. Một số các tham số như mức biến đổi lượng nước mặt trong giai đoạn nghiên cứu, lượng nước bình quân đầu người trong lưu vực, tham số HDI, mức độ cải thiện hiệu quả sử dụng nước... Ở các nghiên cứu đã có sẽ là những tham số được xem xét, lựa chọn để đưa vào bộ tham số của chỉ số bền vững lưu vực sông và sẽ được trình bày cụ thể trong chương tiếp theo.

Chương này cũng tổng hợp các kết quả nghiên cứu, thành tựu đã đạt được cũng như tồn tại trong PTBV các LVS ở Việt Nam. Kết quả đánh giá từ các nghiên cứu tổng quan cho thấy, những thành tựu đã đạt được là đáng kể, đã tạo được cơ sở ban đầu để phát triển chỉ số BVLVS của nước ta.

Dựa trên việc đánh giá phân tích các nghiên cứu tổng quan trong và ngoài nước, trong chương này, còn chỉ ra những khoảng trống còn tồn tại trong việc nghiên cứu chỉ số bền vững lưu vực sông.

Các kết quả nghiên cứu của Chương 1 sẽ là cơ sở để nghiên cứu cơ sở khoa học và phương pháp tính chỉ số bền vững LVS phù hợp trong điều kiện của Việt Nam.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở khoa học lựa chọn, đề xuất bộ chỉ thị và tham số

2.1.1. Cơ sở khoa học đề xuất khung chỉ thị

Cơ sở của việc lựa chọn bộ chỉ thị bền vững lưu vực sông là:
(1) căn cứ vào các yếu tố ảnh hưởng đến tính bền vững lưu vực sông;
(2) tham khảo các nghiên cứu trong và ngoài nước về nhóm các chỉ thị, tham số ảnh hưởng đến tính bền vững lưu vực sông..

Các chỉ thị tính bền vững của một hệ thống nói chung phải đảm bảo xem xét sự bền vững trên tất cả các lĩnh vực Môi trường, Kinh tế, Xã hội. Dựa theo bộ chỉ thị theo UNESCO (2010), luận án xem xét các lĩnh vực ảnh hưởng đến tính BVLVS bao gồm: Tài nguyên thiên nhiên (chủ yếu xét Tài nguyên nước), Môi trường (Môi trường đất, rừng, hệ sinh thái...), Đời sống, Chính sách trong LVS. Đối với hoạt động của con người trên lưu vực sông (bao gồm các hoạt động khai thác, sử dụng, bảo vệ cả về mặt tích cực và tiêu cực), được thể hiện ở cả bốn lĩnh vực nêu trên.

Mặt khác, tham khảo các nghiên cứu đã có thấy rằng, bộ chỉ thị Thủy văn, Môi trường, Đời sống, Chính sách được đề cập trong nghiên cứu của Chaves và Alipaz, về cơ bản đã bao quát các lĩnh vực trong lưu vực sông nhưng để phù hợp trong điều kiện của Việt Nam, cần phải cải tiến bộ tham số.

Như vậy, bộ chỉ thị về tính bền vững LVS áp dụng trong luận án này bao gồm 4 chỉ thị là: Tài nguyên nước, Môi trường, Đời sống và Chính sách.

1.1.2. Cơ sở khoa học lựa chọn đề xuất bộ tham số

- Các tham số được lựa chọn cần đảm bảo: (1) là tham số đại diện và có ý nghĩa đối với các lĩnh vực Tài nguyên nước, Môi trường,

Đời sống và Chính sách; (2) có cơ sở khoa học rõ ràng, tức là các tham số có thể xác định (định lượng) và kiểm chứng qua số liệu thực tế; (3) được chấp nhận rộng rãi (trước đó có tham khảo ý kiến chuyên gia để loại trừ những tham số không đại diện và bổ sung những tham số phù hợp với thực tiễn); (4) dễ hiểu, có độ tin cậy, độ nhạy cao, không phụ thuộc và trùng lặp nhau.

- Bộ tham số cần đảm bảo: (1) tính đại diện: một bộ tham số sẽ mang lại một cái nhìn bao quát về các áp lực, hiện trạng, sức ép của chúng đến các chỉ thị tài nguyên nước, môi trường, đời sống và chính sách. (2) số lượng tham số không quá nhiều thì khả năng tiếp cận của chúng tới các nhà hoạch định chính sách càng lớn với chi phí càng thấp.

2.1.3. Cơ sở khoa học lựa chọn phương pháp xác định CSBVLVS

Đối với các LVS ở Việt Nam, các yếu tố ảnh hưởng đến tính bền vững là rất phức tạp, bao gồm nhiều nguyên nhân về tự nhiên và nhân tạo (do tác động của con người). Tuy vậy, cần lựa chọn phương pháp tính đơn giản do số liệu, dữ liệu tính toán có hạn, đưa ra những chỉ thị, tham số phù hợp với điều kiện của các LVS ở Việt Nam.

Công thức tính CSBVLVS được kiến nghị như sau:

$$WSI = (aTNN + bMT + cĐS + dCS) \quad (1)$$

Trong đó:

- WSI: chỉ số bền vững lưu vực sông;
- TNN, MT, ĐS, CS: tương ứng là các chỉ thị Tài nguyên nước, Môi trường, Đời sống và Chính sách của lưu vực sông;
- a, b, c, d: Tương ứng là trọng số của các chỉ thị: Tài nguyên nước, Môi trường, Đời sống và Chính sách.

Phân cấp mức độ bền vững theo phương pháp của Chaves và Alipaz và tham khảo cách phân cấp của HDI (UNESCO, 2010):

| | |
|------------------------|------------------|
| $0 \leq WSI < 0.25$ | Rất kém bền vững |
| $0.25 \leq WSI < 0.5$ | Kém bền vững |
| $0.5 \leq WSI < 0.7$ | Bền vững TB |
| $0.75 \leq WSI \leq 1$ | Bền vững cao |

2.2. Các nhân tố ảnh hưởng đến tính bền vững các lưu vực sông ở Việt Nam

Xuất phát từ luận chứng trên, tác giả luận án xem xét các yếu tố ảnh hưởng đến các chỉ thị: Tài nguyên nước; Môi trường (Các thành phần môi trường như là đất, sinh thái, khoáng sản, năng lượng...); Đời sống (đời sống, kinh tế, xã hội) và Chính sách của con người (khai thác, sử dụng, bảo vệ) trong lưu vực sông. Các yếu tố ảnh hưởng đến tài nguyên nước như là khai thác sử dụng bất hợp lý lượng nước, ô nhiễm nước, ảnh hưởng đến khả năng cung cấp cho các nhu cầu sử dụng nước trong mùa khô, cả năm..., Các yếu tố ảnh hưởng đến môi trường như là ô nhiễm, khai thác quá mức gây ra mất cân bằng sinh thái. Những yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống của người dân thể hiện qua thu nhập bình quân đầu người trong lưu vực sông, tuổi thọ trung bình của con người, chỉ số phát triển con người. Các yếu tố ảnh hưởng đến chính sách được xem xét các hệ thống pháp luật, tổ chức và năng lực quản lý tài nguyên nước trong LVS...

2.3. Lựa chọn bộ tham số của chỉ số bền vững lưu vực sông

Từ những cơ sở khoa học và nguyên tắc nêu trên, NCS đề xuất 25 tham số chia làm ba nhóm (sức ép, hiện trạng, ứng phó) của 4 lĩnh vực (tài nguyên nước, môi trường, đời sống, chính sách). Các tham số được lựa chọn và nguồn số liệu để tính toán tham số được thể hiện ở các bảng 2.1; 2.2; 2.3.

Bảng 2.1. Bộ chỉ thị và các tham số sức ép của CSBVLS

| Tên chỉ thị | | Tham số | Ký hiệu | Đơn vị |
|------------------------|------------------------|---|-------------------|--------|
| <i>Tài nguyên nước</i> | <i>Lượng nước</i> | 1. Mức biến đổi lượng mưa mùa khô/cả năm | S _{LN1} | % |
| | | 2. Mức biến đổi lượng nước mặt mùa khô/cả năm | S _{LN2} | % |
| | | 3. Mức biến đổi lượng nước dưới đất có thể khai thác mùa khô/cả năm | S _{LN3} | % |
| | <i>Chất lượng nước</i> | 4. Mức biến đổi chất lượng nước mưa | S _{CLN1} | % |
| | | 5. Mức biến đổi chỉ số chất lượng nước mặt | S _{CLN2} | % |
| | | 6. Mức biến đổi chất lượng nước dưới đất | S _{CLN3} | % |
| <i>Môi trường</i> | | 7. Mức biến đổi diện tích rừng | S _{MT1} | % |
| <i>Đời sống</i> | | 8. Mức biến đổi thu nhập bình quân đầu người | S _{DS1} | % |
| <i>Chính sách</i> | | 9. Mức biến đổi của HDI về giáo dục | S _{CC1} | % |

Bảng 2.2. Bộ chỉ thị và các tham số hiện trạng của CSBVLS

| Tên chỉ thị | | Tham số | Ký hiệu | Đơn vị |
|------------------------|------------------------|---|-------------------|---------------------|
| <i>Tài nguyên nước</i> | <i>Lượng nước</i> | 1. Lượng nước bình quân đầu người trong lưu vực (<i>xét lượng nước mặt trên sông</i>) | H _{LN1} | m ³ /năm |
| | | 2. Tỷ lệ nước (mưa, mặt, dưới đất) được sử dụng | H _{LN2} | % |
| | | 3. Tỷ lệ lượng nước mặt chuyên cho LVS khác | H _{LN3} | % |
| | <i>Chất lượng nước</i> | 4. Giá trị trung bình của chất lượng nước mưa | H _{CLN1} | Ktn |
| | | 5. Giá trị trung bình của chất lượng nước mặt (WQI) | H _{CLN2} | Ktn |
| | | 6. Giá trị trung bình của chất | H _{CLN3} | Ktn |

| Tên chỉ thị | | Tham số | Ký hiệu | Đơn vị |
|-------------------|--|---|------------------|--------|
| | | lượng nước dưới đất | | |
| Môi trường | | 7. Tỷ lệ diện tích rừng | H _{MT1} | % |
| Đời sống | | 8. Chỉ số phát triển con người - HDI | H _{ĐS1} | Ktn |
| Chính sách | | 9. HDI về giáo dục | H _{C1} | Ktn |
| | | 10. Hiện trạng năng lực quản lý tổng hợp lưu vực sông | H _{C2} | Ktn |

Bảng 2.3. Bộ chỉ thị và các tham số ứng phó của CSBVLVS

| Tên chỉ thị | | Tham số | Ký hiệu | Đơn vị |
|------------------------|------------------------|--|------------------|--------|
| Tài nguyên nước | Lượng nước | 1. Hiệu quả sử dụng nước trên lưu vực trong giai đoạn nghiên cứu. | U _{LN1} | Ktn |
| | Chất lượng nước | 2. Sự tiến bộ trong xử lý nước thải, cải thiện chất lượng nước. | U _{LN2} | Ktn |
| Môi trường | | 3. Mức gia tăng diện tích rừng trồng trên lưu vực | U _{MT1} | % |
| | | 4. Tỷ lệ chất thải nguy hại được xử lý | U _{MT2} | % |
| Đời sống | | 5. Tỷ lệ số hộ gia đình được sử dụng nước hợp vệ sinh trên lưu vực | U _{ĐS1} | % |
| Chính sách | | 6. Mức độ cải thiện quản lý tổng hợp lưu vực sông. | U _{C1} | Ktn |

Ghi chú: Ktn là đơn vị không thứ nguyên

2.4. Lựa chọn phân cấp mức độ bền vững của các tham số

Mức độ bền vững của các tham số được phân cấp trên cơ sở khái niệm tính bền vững của lưu vực sông. Các tham số ảnh hưởng đến tính BVLVS được phân cấp theo cách như sau: đối với các tham số đã có trong các nghiên cứu trước đây, nếu xét thấy phù hợp thì sẽ

được kế thừa để đưa vào bộ tham số của chỉ số bền vững lưu vực sông; đối với các tham số mới đề xuất, tác giả luận án sẽ dựa vào tính chất, khả năng biến đổi của tham số để tiến hành phân cấp cho phù hợp.

Kết quả phân cấp các tham số của các chỉ thị Tài nguyên nước, Môi trường, Đời sống, Chính sách được trình bày chi tiết trong báo cáo toàn văn của luận án.

2.5. Phương pháp xác định trọng số các tham số của CSBVLVS

Hiện nay, trên thế giới có một số nghiên cứu đề cập đến phương pháp tính trọng số cho các tham số, trong đó nổi bật là phương pháp phân tích thứ bậc AHP do Thomas L. Saaty đề xuất, được thực hiện dựa trên điều tra xã hội học từ các thông tin nhận được qua các phiếu điều tra theo những tiêu chí thu thập bằng cách điều tra trực tiếp với các câu hỏi ghi trên phiếu, hoặc ghi âm, ghi hình dưới hình thức phỏng vấn trên thực địa. Kết quả điều tra xã hội học được sử dụng trực tiếp để đánh giá mức độ quan trọng và so sánh giữa các thành phần, các tham số với nhau trong LVS.

Trong báo cáo toàn văn của luận án đã trình bày chi tiết nội dung của phương pháp này.

2.6. Quy trình tính CSBVLVS

Quy trình tính chỉ số bền vững LVS gồm các bước như sau:

- **Bước 1:** Xây dựng khung chỉ thị;
- **Bước 2:** Lựa chọn bộ tham số cho các chỉ thị phục vụ tính toán chỉ số bền vững lưu vực sông ở Việt Nam;
- **Bước 3:** Thu thập số liệu, tính toán các tham số;
- **Bước 4:** Chuẩn hóa và phân cấp các tham số;
- **Bước 5:** Xác định trọng số các tham số/ chỉ thị;
- **Bước 6:** Tính chỉ số bền vững lưu vực sông;

- **Bước 7:** Đánh giá tính bền vững và đề xuất giải pháp nâng cao tính bền vững lưu vực sông.

2.7. Kết luận chương 2

Trên cơ sở phân tích cơ sở khoa học và áp dụng có cải tiến phương pháp tính WSI của Chaves và Alipaz, luận án đã đề xuất phân nhóm các chỉ thị của chỉ số bền vững lưu vực sông, bao gồm các chỉ thị: Tài nguyên nước; Môi trường; Đời sống và Chính sách.

Trên cơ sở phương pháp tính của Chaves và Alipaz, tác giả luận án đề xuất thêm một số tham số. Phương pháp tính được đề xuất theo công thức (1).

Cách phân cấp mức độ bền vững theo phương pháp của Chaves và Alipaz như bước 7 của quy trình tính chỉ số bền vững LVS. WSI càng lớn thì lưu vực càng bền vững; ngược lại, lưu vực có WSI càng nhỏ thì càng kém bền vững.

Trong chương này, đưa ra được cơ sở khoa học để lựa chọn 25 tham số mang tính chất đại diện và có ý nghĩa đối với các lĩnh vực tài nguyên nước, môi trường, đời sống và chính sách và lựa chọn từ nghiên cứu các vấn đề ảnh hưởng đến tính bền vững của lưu vực sông; có cơ sở khoa học, dựa vào những dữ liệu được xác định rõ ràng và có thể kiểm chứng; có tham khảo ý kiến chuyên gia để loại trừ những tham số không đại diện và bổ sung những tham số phù hợp với thực tiễn; đo được bằng một phương pháp chính xác và chi phí trong giới hạn cho phép; tham số phải dễ hiểu, có độ tin cậy, độ nhạy cao, không phụ thuộc và trùng lặp nhau.

CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN VÀ PHÂN TÍCH KẾT QUẢ CHỈ SỐ BỀN VỮNG LƯU VỰC SÔNG CHO LƯU VỰC SÔNG CẦU

3.1. Phạm vi lưu vực sông Cầu

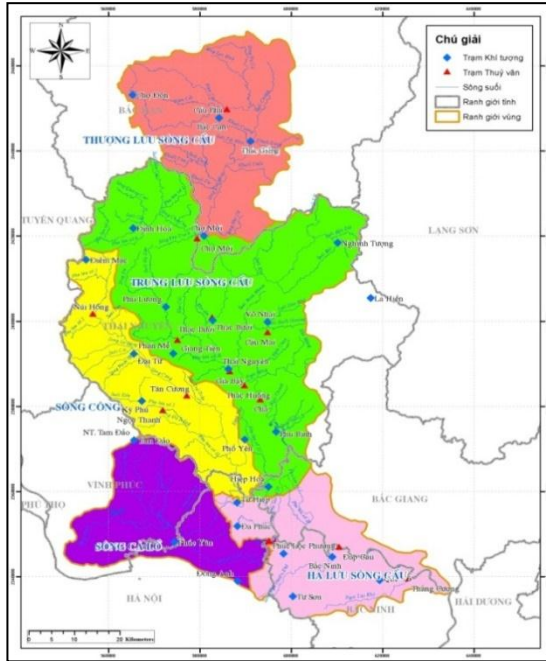
Phạm vi lưu vực sông Cầu hiện nay bao gồm các thành phố, quận, huyện, thị xã thuộc 6 tỉnh thể hiện trong bảng sau:

Bảng 3. 1. *Phạm vi lưu vực sông Cầu*

| TT | Tên tỉnh | Các thành phố, quận, huyện, thị xã |
|-----------|-----------------|--|
| 1 | Bắc Kạn | Thị xã Bắc Kạn và 3 huyện: Bạch Thông, Chợ Đồn và Chợ Mới. |
| 2 | Thái Nguyên | Thành phố Thái Nguyên và 8 huyện, thị xã: Đại Từ, Đồng Hỷ, Định Hóa, Phổ Yên, Phú Bình, Phú Lương, thị xã Sông Công và huyện Võ Nhai |
| 3 | Vĩnh Phúc | Thành phố Vĩnh Yên, thị xã Phúc Yên và tại 6 huyện: Bình Xuyên, Mê Linh, Tam Đảo, Tam Dương, Vĩnh Tường và Yên Lạc |
| 4 | Bắc Giang | 3 huyện: Hiệp Hòa, Việt Yên và Yên Dũng |
| 5 | Bắc Ninh | Thành phố Bắc Ninh và 4 huyện: Quế Võ, Tiên Du, Từ Sơn và Yên Phong |
| 6 | Hà Nội | Huyện Sóc Sơn và Đông Anh |

3.2. Phân vùng tính toán chỉ số bền vững lưu vực sông Cầu

Lưu vực sông Cầu được phân chia thành 5 tiểu lưu vực Thượng lưu, Trung lưu, sông Công, sông Cà Lồ, Hạ lưu (hình 3.1) theo 4 nguyên tắc: (1) đảm bảo các tiểu lưu vực đều là lưu vực khép kín về nước mặt và đầu ra của lưu vực đổ vào sông Cầu; (2) điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội trong tiểu lưu vực khá tương đồng; (3) hệ thống khai thác thủy lợi tương đối độc lập trong vận hành và quản lý; (4) các tiểu lưu vực sông có diện tích không quá 2500 km².



Hình 3. 1. Sơ đồ lưu vực sông Cầu

3.3. Lựa chọn tham số tính chỉ số bền vững lưu vực sông Cầu

Như trong chương 2 đã trình bày, bộ tham số tính WSI cho các lưu vực sông Việt Nam bao gồm 25 tham số, nhưng khi áp dụng cụ thể cho LVS Cầu, căn cứ vào tình hình cụ thể của lưu vực sông Cầu, đã bớt tham số “Tỷ lệ nước mặt chuyển cho lưu vực sông khác” vì đặc điểm của LVS Cầu ít có hiện tượng chuyển nước cho LVS khác, chỉ một phần lượng nước từ tiểu LVS sông Công (hồ Núi Cốc) dẫn qua kênh về sông Cầu để cung cấp cho Tp.Thái Nguyên và tưới cho Hạ lưu qua đập Thác Huống, tuy nhiên do hạn chế về thu thập số liệu để tính toán nên đề xuất lựa chọn 24 tham số. (bảng 3.2)

Bảng 3. 2. Lựa chọn các tham số tính toán chỉ số bền vững
lưu vực sông Cầu

| Chỉ thị | Sức ép | Hiện trạng | Ứng phó |
|--|---|---|--|
| TNN – lượng nước | <ul style="list-style-type: none"> - Mức biến đổi lượng mưa trung bình mùa cạn/cả năm trong giai đoạn nghiên cứu so với trung bình thời kỳ nhiều năm (S_{LN1}). -Mức biến đổi lượng nước mặt trung bình mùa cạn/cả năm trong giai đoạn nghiên cứu so với trung bình thời kỳ nhiều năm (S_{LN2}). - Mức biến đổi trữ lượng nước dưới đất có thể khai thác mùa cạn/cả năm trong giai đoạn nghiên cứu so với trung bình thời kỳ nhiều năm (S_{LN3}). | <ul style="list-style-type: none"> - Lượng nước mặt bình quân đầu người trong lưu vực ($m^3/năm$) trong giai đoạn nghiên cứu (H_{LN1}). - Tỷ lệ nước mưa/mặt/nước dưới đất được sử dụng (H_{LN2}). | <ul style="list-style-type: none"> - Hiệu quả sử dụng nước trên lưu vực trong giai đoạn nghiên cứu. (U_{LN1}). |
| TNN – chất lượng nước | <ul style="list-style-type: none"> - Mức biến đổi chất lượng nước mưa trong giai đoạn nghiên cứu so với trung bình thời kỳ nhiều năm (S_{CLN1}). - Mức biến đổi chỉ số chất lượng nước mặt (WQI) trong giai đoạn nghiên cứu so với trung bình thời kỳ nhiều năm (S_{CLN2}). - Mức biến đổi chất lượng nước dưới đất trong giai | <ul style="list-style-type: none"> - Giá trị trung bình của thông số chất lượng nước mưa trong giai đoạn nghiên cứu (H_{CLN1}). - Giá trị chất lượng nước mặt (WQI) trung bình trong giai đoạn nghiên cứu (H_{CLN2}). - Giá trị trung bình của thông số chất | <ul style="list-style-type: none"> - Hiệu quả tiến bộ trong xử lý nước thải, cải thiện chất lượng nước (U_{CLN1}). |

| Chỉ thị | Sức ép | Hiện trạng | Ứng phó |
|-------------------|---|--|--|
| | đoạn nghiên cứu so với trung bình thời kỳ nhiều năm (S_{CLN3}). | lượng nước dưới đất trong giai đoạn nghiên cứu (H_{CLN3}). | |
| Môi trường | - Mức biến đổi diện tích rừng trong giai đoạn nghiên cứu so với trung bình thời kỳ nhiều năm (S_{MT1}). | - Tỷ lệ diện tích rừng (H_{MT1}). | - Mức gia tăng diện tích rừng trồng trên lưu vực (U_{MT1}). - Tỷ lệ chất thải nguy hại được xử lý (U_{MT2}) |
| Đời sống | - Mức biến đổi thu nhập bình quân đầu người trong giai đoạn nghiên cứu so với trung bình thời kỳ nhiều năm ($S_{ĐS1}$). | - Chỉ số phát triển con người (HDI) ($H_{ĐS1}$). | - Tỷ lệ số hộ gia đình sử dụng nước hợp vệ sinh trên lưu vực ($U_{ĐS1}$). |
| Chính sách | - Mức biến đổi của HDI - giáo dục trong giai đoạn nghiên cứu so với trung bình thời kỳ nhiều năm (S_{C1}). | - Tham số HDI về giáo dục trong giai đoạn nghiên cứu (H_{C1}). - Hiện trạng năng lực quản lý tổng hợp LVS (H_{C2}). | - Mức độ cải thiện quản lý tổng hợp lưu vực sông (U_{C1}). |

3.4. Kết quả tính toán chỉ số bền vững LVS

Kết quả tính toán các chỉ thị được thể hiện tại bảng 3.3.

Bảng 3.3. Kết quả tính chỉ số bền vững về lượng nước LVS Cầu

| Vùng | Tài nguyên nước | Môi trường | Đời sống | Chính sách | WSI |
|----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Thượng lưu | 0.61 | 0.63 | 0.54 | 0.42 | 0.56 |
| Trung lưu | 0.59 | 0.67 | 0.58 | 0.54 | 0.60 |
| Sông Công | 0.55 | 0.67 | 0.65 | 0.63 | 0.61 |
| Sông Cà Lồ | 0.50 | 0.63 | 0.65 | 0.67 | 0.59 |
| Hạ lưu | 0.48 | 0.50 | 0.67 | 0.63 | 0.55 |
| LVS Cầu | 0.55 | 0.62 | 0.62 | 0.58 | 0.58 |

Từ bảng 3.3 cho thấy, mức bền vững của lưu vực sông Cầu là 0.58, đạt mức trung bình. Nhìn chung, mức độ bền vững trên các tiểu lưu vực sông biến động không lớn từ 0.55 – 0.61. Tuy nhiên, điểm số bền vững của các chỉ thị biến động khá nhiều, trong phạm vi 0.42 – 0.67. Về lĩnh vực Tài nguyên nước, mức độ kém bền vững nhất là ở tiểu lưu vực Hạ lưu với điểm số chỉ đạt 0.48, cao nhất ở tiểu lưu vực Thượng lưu với 0.61 điểm. Kết quả tính WSI cho 5 tiểu lưu vực sông nêu trên cho thấy, tiểu lưu vực Hạ lưu có mức độ bền vững thấp hơn so với các tiểu lưu vực sông khác ở phía thượng lưu. Điều này chứng tỏ, khu vực hạ lưu sông Cầu còn tồn tại nhiều vấn đề nổi cộm ảnh hưởng đến tính bền vững của lưu vực sông.

3.5. Nhận định sự phù hợp khi ứng dụng phương pháp tính chỉ số bền vững cho Việt Nam

Luận án đã lựa chọn một phương pháp phù hợp thể hiện được tính phức tạp các vấn đề ảnh hưởng đến tính bền vững lưu vực sông, vừa phải đơn giản hóa để có thể tính toán cho các lưu vực sông khác nhau, không khó khăn, phức tạp trong quá trình sử dụng.

Trên cơ sở phương pháp Chaves và Alipaz, NCS đã sử dụng một số chỉ thị và tham số để tính chỉ số bền vững LVS cho các LVS ở Việt Nam. Kết quả tính toán WSI cho 5 tiểu lưu vực và toàn bộ lưu vực sông Cầu là hoàn toàn phù hợp với hiện trạng lưu vực sông, đủ độ tin cậy để cung cấp cho các nhà quản lý, các nhà hoạch định chính sách có những biện pháp, giải pháp nhằm nâng cao tính bền vững cho lưu vực sông Cầu.

Phương pháp tính với bộ tham số có thể áp dụng cho các lưu vực sông khác nhau của Việt Nam. Mỗi một lưu vực sông có đặc điểm khác nhau sẽ có lựa chọn những tham số trong bộ tham số được đề xuất trong luận án này cho phù hợp với thực tế của lưu vực sông đó.

3.6. Đề xuất biện pháp nâng cao tính bền vững LVS Cầu

Theo kết quả tính toán, tài nguyên nước là yếu tố ảnh hưởng lớn đến tính bền vững của lưu vực sông, tiểu lưu vực Thượng lưu có chỉ số bền vững cao nhất là 0.61 với mức bền vững trung bình. Tiểu lưu vực Hạ lưu với số điểm thấp nhất đạt 0.55 do điểm số về tài nguyên nước, môi trường có giá trị 0.48 và 0.50. Vì vậy, các giải pháp cần tập trung nâng cao tính bền vững cho tài nguyên nước, môi trường đặc biệt là tài nguyên nước ở tiểu lưu vực Hạ lưu sông Cầu.

Các giải pháp chính về tài nguyên nước khu vực Hạ lưu bao gồm: tăng cường công tác khai thác, sử dụng và bảo vệ tổng hợp và

hợp lý tài nguyên nước, đặc biệt là nâng cao hiệu quả sử dụng và tiết kiệm nguồn nước; tăng cường tuyên truyền, phổ biến kiến thức nhằm nâng cao nhận thức bảo vệ môi trường LVS; hoàn thiện công tác quy hoạch tài nguyên nước trên lưu vực sông Cầu nhằm chủ động về nguồn nước, đảm bảo an ninh nguồn nước, đảm bảo công bằng, hợp lý và nâng cao hiệu quả trong khai thác sử dụng tài nguyên nước giữa các tiểu lưu vực, bảo vệ nguồn nước, giảm thiểu nguy cơ gây ô nhiễm, phục hồi nguồn nước bị suy thoái, cạn kiệt, làm cơ sở để phát triển kinh tế - xã hội cho các tiểu lưu vực sông; trồng và bảo vệ rừng, nhất là bảo vệ rừng đầu nguồn để điều hòa dòng chảy, phòng tránh các tác động xấu do nước gây ra (như lũ lụt, lũ quét, hạn hán ...) và duy trì nguồn sinh thủy của vùng, góp phần bảo vệ môi trường tự nhiên lưu vực sông. Biện pháp này có thể tăng cường tính bền vững cho cả chỉ thị tài nguyên nước và chỉ thị môi trường.... Các biện pháp khác về mặt Môi trường, Đời sống, Chính sách được trình bày cụ thể trong luận án.

3.7. Kết luận chương 3

Trong chương 3, đã trình bày phương pháp và kết quả tính toán cụ thể chỉ số bền vững lưu vực sông Cầu. Bộ tham số tính toán chỉ số bền vững lưu vực sông cho Việt Nam được đề xuất gồm 25 tham số, nhưng khi áp dụng cho lưu vực sông Cầu, xét đến tình hình số liệu, tư liệu và thời gian có hạn và đặc điểm của lưu vực sông Cầu, đã không xét tham số chuyển nước, nên chỉ còn 24 tham số.

Trong chương này, NCS tiến hành phân tích đặc điểm tự nhiên, kinh tế xã hội của lưu vực sông, qua đó phân vùng tính toán lưu vực sông Cầu thành 5 tiểu lưu vực tương tự về mặt điều kiện tự nhiên, KT-XH, đặc điểm tài nguyên nước, hệ thống các công trình thủy lợi. Sau đó, tính toán các tham số, chỉ thị của chỉ số bền vững

lưu vực sông Cầu cho 5 tiểu lưu vực trên.

Kết quả tính chỉ số bền vững LVS Cầu tuy hạn chế về số liệu nhưng nhìn chung kết quả cho LVS Cầu là hợp lý, mức bền vững toàn lưu vực sông Cầu là 0.58, đạt mức bền vững trung bình, trong đó có hai tiểu lưu vực LVS Cà Lò và Hạ lưu sông Cầu đạt mức kém bền vững về tài nguyên nước.

Từ kết quả tính toán chỉ số WSI cho LVS Cầu cho thấy sự phù hợp với thực tế và từ đó đưa ra các đề xuất cụ thể, tập trung nhằm khắc phục tồn tại cho những tham số (những lĩnh vực) mà tính bền vững của chúng còn thấp nhằm nâng cao tính bền vững của các tiểu lưu vực sông nói riêng và lưu vực sông Cầu nói chung.

Cũng từ kết quả tính toán chỉ số trên lưu vực sông Cầu, NCS cho rằng, bộ chỉ thị và tham số này có thể áp dụng và đánh giá chỉ số bền vững cho các LVS tại Việt Nam. Tuy nhiên khi áp dụng tính toán, có thể điều chỉnh, lược bớt bộ tham số, cho phù hợp với đặc điểm của từng lưu vực sông cụ thể ở Việt Nam.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Những nội dung chính đã thực hiện của luận án:

- 1) Luận án đã đánh giá tổng quan tình hình nghiên cứu về chỉ số bền vững LVS trên thế giới và ở Việt Nam, đặt ra yêu cầu nghiên cứu cơ sở khoa học và hướng tiếp cận để tính toán chỉ số bền vững cho các lưu vực sông ở Việt Nam.
- 2) Luận án đã lựa chọn và đề xuất được phương pháp tính chỉ số bền vững lưu vực sông theo phương pháp của Chaves và Alipaz có cải tiến. Phương pháp này phù hợp với các lưu vực sông ở Việt Nam do việc tính toán đơn giản, các chỉ thị trong công thức bao quát các vấn đề trên lưu vực sông và đã áp dụng thành công cho tính chỉ số bền vững lưu vực sông Cầu khác nhau.
- 3) Đề xuất được bộ tham số bao gồm 25 tham số ở các lĩnh vực tài nguyên nước, môi trường, đời sống, hoạt động của con người và chính sách. Khi áp dụng cụ thể của lưu vực sông Cầu, do hạn chế về mặt số liệu và đặc điểm của lưu vực sông Cầu, đã lựa chọn 24 tham số để tính WSI cho 5 tiểu lưu vực sông trong lưu vực sông Cầu, với phạm vi biến đổi 0.55 – 0,61, thấp nhất ở tiểu lưu vực Hạ lưu, cao nhất ở tiểu lưu vực Sông Công, trung bình toàn lưu vực sông Cầu khoảng 0.58, đạt mức bền vững trung bình.
- 4) Tính toán và xác định trọng số của một số chỉ thị, tham số theo phương pháp AHP.
- 5) Tính chỉ số WSI cho 5 tiểu lưu vực và toàn LVS Cầu.
- 6) Từ kết quả tính toán, luận án đề xuất các biện pháp tập trung khắc phục tính kém bền vững ở những tham số (yếu tố) cụ thể gây mất bền vững đến các chỉ thị. Với mỗi tiểu lưu vực khác nhau sẽ có các biện pháp đề xuất khác nhau phù hợp nhằm nâng cao tính bền vững cho các tiểu lưu vực sông nói riêng và lưu vực sông Cầu nói chung.

Những đóng góp mới của luận án

- Xây dựng được cơ sở khoa học cho việc xác định chỉ số bền vững lưu vực sông Việt Nam trên cơ sở bộ chỉ thị, tham số phản ánh 4 lĩnh vực: Tài nguyên nước, Môi trường, Đời sống và Chính sách.
- Đề xuất phương pháp tính chỉ số bền vững lưu vực sông và áp dụng thử nghiệm thành công cho lưu vực sông Cầu.

Hướng phát triển của luận án

Để đưa được kết quả của luận án vào trong thực tế cũng như ứng dụng cho các lưu vực sông khác cần tiếp tục và mở rộng, tính toán cụ thể cho các lưu vực sông khác nhau của Việt Nam. Trên cơ sở đó, đối chiếu và hoàn thiện với khung tính toán đã đề xuất và xây dựng một bộ chỉ số bền vững cho tất cả các lưu vực sông khác nhau ở Việt Nam. Điều này rất có ý nghĩa tuy việc giám sát các vấn đề trên lưu vực sông, là căn cứ để các nhà quản lý, các nhà hoạch định chính sách đưa ra những giải pháp phù hợp để phát triển bền vững lưu vực sông đó.

Kiến nghị

Kết quả nghiên cứu trong luận án có thể sử dụng để đánh giá mức độ bền vững cho các lưu vực sông khác nhau ở Việt Nam. Khi áp dụng cho từng lưu vực sông cụ thể, cần phân chia thành các LVS có diện tích < 2500 km² để giảm bớt các sai số trong quá trình tính toán và có thể so sánh, đối chiếu được tính bền vững của các tiểu lưu vực trong lưu vực sông, từ đó đề xuất các giải pháp phát triển bền vững phù hợp với từng tiểu lưu vực.

Các kết quả này sau khi tính toán, có thể sử dụng để các cơ quan quản lý, các nhà hoạch định chính sách tham khảo, từ đó đưa ra các giải pháp, chính sách phù hợp nhằm nâng cao tính bền vững, phát triển toàn diện trên tất cả các lĩnh vực của lưu vực sông.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CÓ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **Lê Thị Mai Vân**, Nguyễn Thị Thúy, Thân Văn Đón, Trần Thanh Xuân (2016), *Xác định trọng số các tham số để tính toán chỉ số bền vững lưu vực sông*. Tạp chí Bộ Tài nguyên và Môi trường, năm 2016, số 8 (238) ISSN:1859-1477, tr.14-15.
2. **Van Le Thi Mai**, Chi Ho Thi Kim, Van Bui Thanh Kim, Binh Nguyen Van (2016), *Solution to trengthen subtainability of Cau river basin*, International Conference on Environment Issues in Mining and Natural Recources Development (EMNR). Ha Noi University of Mining and Geology, năm 2016, số ISBN: 978-604-76-1171-3, p.288-295.
3. **Van Le Thi Mai**, Thuy Nguyen Thi, Dao Le Thi, Trung Thanh Dao (2016), *Issues affecting sustainable development of tranboundary river basin*, International Conference on Environment Issues in Mining and Natural Recources Development (EMNR). Ha Noi University of Mining and Geology, năm 2016, số ISBN: 978-604-76-1171-3, p.319-324.
4. **Lê Thị Mai Vân**, Trần Thanh Xuân (2016), “*Các vấn đề ảnh hưởng đến sự phát triển bền vững của lưu vực sông ở Việt Nam*”, Tạp chí Môi trường, năm 2016, số 3 ISSN:1859-042X, tr.47-50.
5. **Lê Thị Mai Vân** (2017), “*Đánh giá mức độ ô nhiễm tài nguyên nước thông qua chỉ số bền vững chất lượng nước ở lưu vực sông Cầu*”. Hội thảo ngày nước thế giới, Bộ Tài nguyên và Môi trường, năm 2017, tr.145-151.