

# Diễn biến hạn hán ở lưu vực sông Cái – Phan Rang, tỉnh Ninh Thuận

- Đào Thị Thu Huyền
- Trần Tuấn Tú

Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 06 tháng 01 năm 2017, nhận đăng ngày 30 tháng 10 năm 2017)

## TÓM TẮT

Tại Việt Nam, lưu vực sông Cái–Phan Rang, tỉnh Ninh Thuận được xem là khu vực chịu hạn nặng nhất cả nước, hạn hán đã gây ra những ảnh hưởng nghiêm trọng đến cuộc sống và kinh tế của người dân trong khu vực. Bằng cách sử dụng phương pháp đánh giá đa tiêu chí (Multi-Criteria Analysis–MCA) tích hợp với GIS (Geographic Information System–Hệ thống thông tin địa lý) cho 8 yếu tố: bốc hơi ( $ET_0$ ), lượng mưa, nước dưới đất, module dòng chảy năm nước mặt, lớp phủ thực vật (NDVI), mật độ sông, độ ẩm đất và độ dốc để xây dựng hệ thống bản đồ thành phần xác định mức độ và sự thay đổi của hạn hán, cụ thể là hạn khí tượng trong lưu vực sông Cái–Phan Rang, tỉnh Ninh Thuận qua từng năm. Kết quả trung bình giai đoạn nghiên cứu (2000–

**Từ khóa:** GIS, MCA, hạn hán, lưu vực sông Cái – Phan Rang

## MỞ ĐẦU

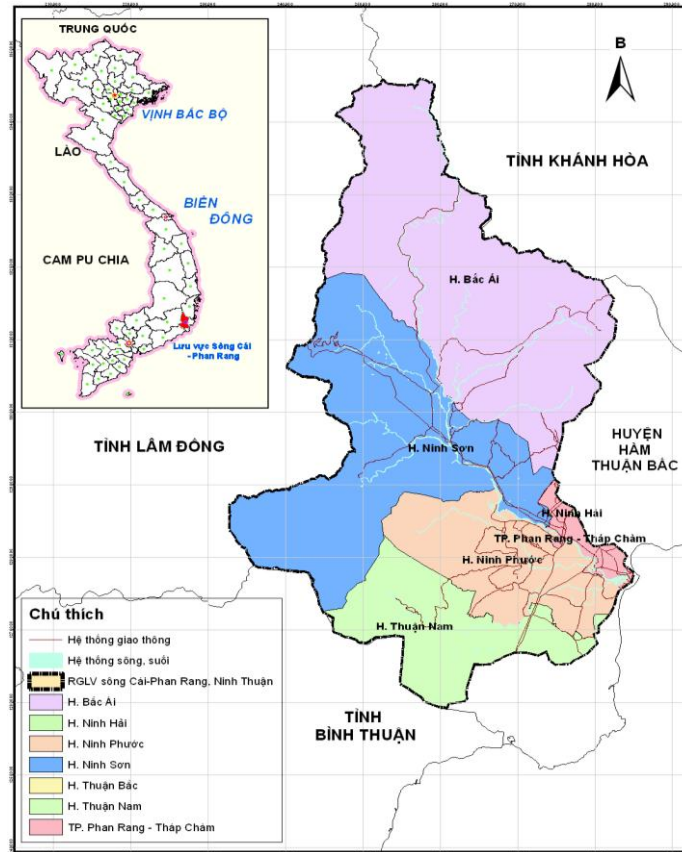
Lưu vực sông Cái–Phan Rang, tỉnh Ninh Thuận ( $11^{\circ}23'00''$ – $12^{\circ}11'00''$  Bắc;  $108^{\circ}20'30''$ – $109^{\circ}30'00''$  Đông) (Hình 1), bắt nguồn từ vùng núi cao Bi-Duop (Lâm Đồng), chảy theo hướng chính tây bắc–đông nam với chiều dài 119 km, đổ ra biển tại cửa Đông Giang (TP. Phan Rang-Tháp Chàm). Với địa hình núi bao bọc 3 hướng bắc, tây và tây nam nên lưu vực sông độ dốc bình quân lưu vực đạt tới 17,7 %. Khí hậu khô hạn, nắng nóng quanh năm với lượng mưa thấp nhất cả nước (trung bình hằng năm khoảng 700–1000 mm).

Trong nhiều năm qua, hạn hán đã trở thành thiên tai nguy hiểm và gây ra nhiều tác hại nghiêm trọng cho khu vực này. Người dân không

2014), hạn khu vực này thuộc 3 mức độ: hạn trung bình chiếm 0,05 %, hạn nặng chiếm 80,90 %, hạn rất nặng chiếm 19,05 % diện tích khu vực nghiên cứu. Đồng thời giá trị của các yếu tố:  $ET_0$  từ 1417,02–1817,00 mm, lượng mưa từ 640,9–910,8 mm, nước dưới đất từ 0–11 (1/s/km<sup>2</sup>), module dòng chảy năm nước mặt từ 9–23 (1/s/km<sup>2</sup>), NDVI từ -0,4–0,6, mật độ sông từ 0–1,6 km/km<sup>2</sup>, độ ẩm đất từ 3,65–55 %, độ dốc từ 0° – 62,8°. Nghiên cứu này chỉ tập trung vào hạn khí tượng, do đó cần có nhiều nghiên cứu chi tiết hơn để tiếp tục đánh giá 3 loại hạn: hạn nông nghiệp, hạn thủy văn, hạn kinh tế-xã hội, để có thể nhận biết đầy đủ hơn về hạn hán tại vùng này, từ đó đưa ra được các biện pháp chống hạn hiệu quả.

đủ nước cho các hoạt động sinh hoạt và sản xuất, ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống và kinh tế của người dân.

Hạn hán là sự thiếu hụt lượng mưa trong một thời gian dài, gây ra tình trạng thiếu nước cho các hoạt động của con người và sinh vật. Đã có nhiều nghiên cứu về hạn hán, chủ yếu là đưa ra các chỉ số để đánh giá mức độ hạn như: chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI), chỉ số khắc nghiệt của hạn (PDSI), chỉ số phục hồi hạn (RDI), chỉ số cung cấp mặt nước (SWSI). Cũng có những nghiên cứu về việc sử dụng viễn thám, GIS vào đánh giá nguy cơ hạn, phần lớn đều đưa ra các chỉ số hạn dựa vào phân tích ảnh viễn thám như chỉ số khác biệt thực vật (NDVI), chỉ số trạng thái thực vật (VCI).



**Hình 1.** Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, chủ yếu xác định sự ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên đến hạn, phân cấp các yếu tố, đồng thời kết hợp các yếu tố trong GIS để thành lập bản đồ phân vùng hạn hán.

#### VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

#### Dữ liệu

Dữ liệu sử dụng gồm các bản đồ và số liệu khí tượng từ các trạm khí tượng phân bố trong và lân cận lưu vực sông Cái – Phan Rang, tỉnh Ninh Thuận (Bảng 1).

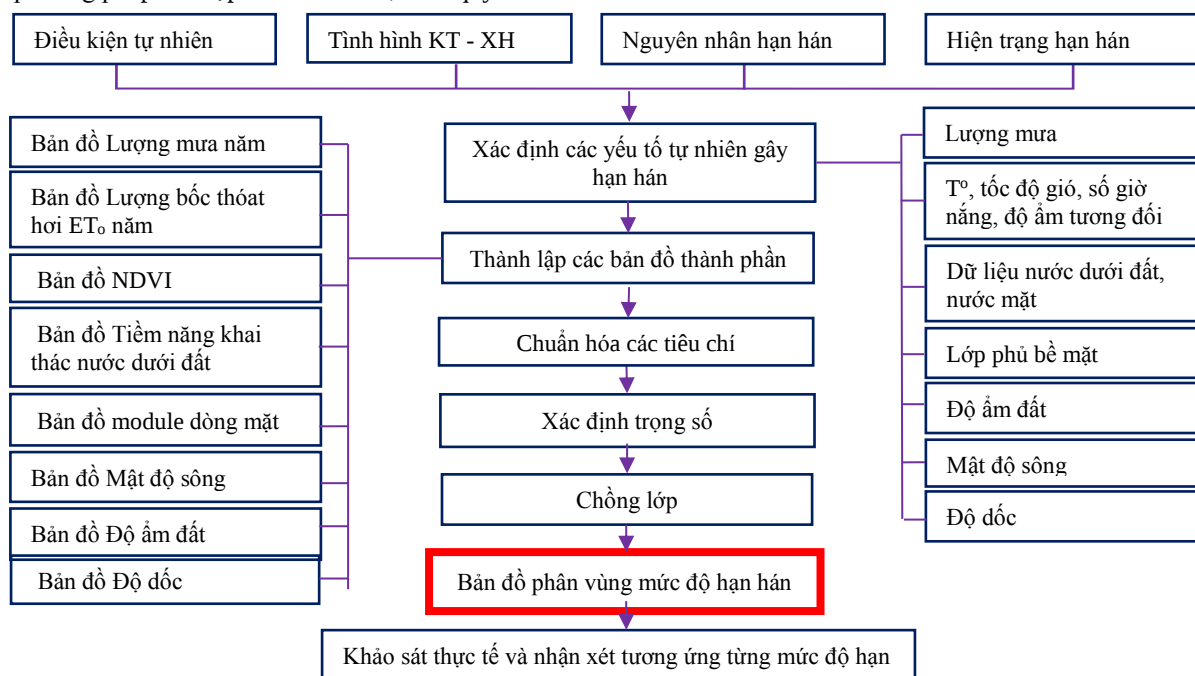
**Bảng 1.** Dữ liệu sử dụng

| STT | Loại dữ liệu                                                                                                            | Nội dung                                                                                             | Nguồn                                                                                                                                  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Số liệu lượng mưa, t°, tốc độ gió, số giờ nắng, độ ẩm tương đối từ 2000 - 2014 lưu vực sông Cái - Phan Rang, Ninh Thuận | Dữ liệu thu thập từ các trạm đo: Khánh Sơn, Tân Mỹ, Nhị Hà, Nha Hồ, Phan Rang, Đại Ninh, Thanh Bình. | Đài Khí tượng thủy văn khu vực Nam Trung Bộ; Đài Khí tượng thủy văn khu vực Tây Nguyên; Công ty TNHH MTV nước và môi trường Bình Minh. |
| 2   | Mô hình DEM                                                                                                             | Độ phân giải 30x30 m                                                                                 | Cục Khảo sát địa chất Hoa Kỳ ( <a href="http://earthexplorer.usgs.gov/">http://earthexplorer.usgs.gov/</a> )                           |
| 3   | Ảnh viễn thám (Landsat)                                                                                                 | Độ phân giải 30x30 m; được chụp vào ban ngày; thuộc bộ cảm biến Landsat 8, Landsat 5                 | Cục Khảo sát địa chất Hoa Kỳ ( <a href="http://earthexplorer.usgs.gov/">http://earthexplorer.usgs.gov/</a> )                           |
| 4   | Bản đồ hành chính tỉnh                                                                                                  | Ranh giới các huyện, hệ                                                                              | Công ty TNHH MTV nước và môi                                                                                                           |

|   |                                                                                                    |                                                    |                                                                                                                                             |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Ninh Thuận<br>(Tỷ lệ: 1:500000)                                                                    | thống giao thông và sông<br>ngòi trong tỉnh        | trường Bình Minh                                                                                                                            |
| 5 | Bản đồ Trữ lượng khai<br>thác tiềm năng nước dưới<br>đất lưu vực sông Đồng<br>Nai (Tỷ lệ: 1:50000) | Giá trị module khai thác<br>trữ lượng tỉnh         | Viện Khoa học thủy lợi Miền Nam -<br>Bộ Nông nghiệp và phát triển nông<br>thôn; Liên đoàn Quy hoạch và Điều<br>tra Tài nguyên nước miền Nam |
| 6 | Bản đồ module dòng chảy<br>năm tỉnh Ninh Thuận<br>(Tỷ lệ: 1:100000)                                | Giá trị module dòng<br>chảy năm nước mặt           | Công ty TNHH MTV nước và môi<br>trường Bình Minh                                                                                            |
| 7 | Bản đồ đất tỉnh Ninh<br>Thuận<br>(Tỷ lệ: 1:50000)                                                  | Phân loại các loại đất<br>trong tỉnh               | Viện Quy hoạch và Thiết kế Nông<br>nghiệp - Bộ Nông nghiệp và Phát triển<br>Nông thôn                                                       |
| 8 | Dữ liệu về độ ẩm của<br>từng loại đất                                                              | Chỉ số về sức chứa ẩm<br>cực đại của từng loại đất | Bảo tàng đất Việt Nam                                                                                                                       |

### Quy trình tiến hành

Để xác định mức độ hạn của lưu vực sông Cái – Phan Rang, tỉnh Ninh Thuận, đề tài tiến hành theo phương pháp kết hợp GIS và MCA, theo quy trình:



Hình 2. Phương pháp thực hiện đề tài

### Chuẩn hóa tiêu chí và xác định trọng số

Nghiên cứu này đã lựa chọn đánh giá 8 yếu tố: Lượng mưa, bốc hơi (ET<sub>o</sub>), tiềm năng khai thác nước dưới đất (NDD), module dòng chảy năm nước mặt, lớp phủ thực vật (NDVI), mật độ sông (MĐS), độ ẩm đất và độ dốc.

Hạn khí tượng ở lưu vực được phân thành 4 mức độ và chuẩn hóa hay gán điểm cho từng mức độ, ứng với mỗi yếu tố: 1: hạn nhẹ, 2: hạn trung bình, 3: hạn nặng và 4: hạn rất nặng.

Tiến hành sắp xếp mức độ quan trọng của các yếu tố theo thứ tự quan trọng giảm dần từ 1 đến 8 (1: lượng bốc hơi, 2: lượng mưa, 3: nước

dưới đất; 4: module dòng chảy năm nước mặt, 5: lớp phủ thực vật (NDVI); 6: mật độ sông, 7: loại đất, 8: độ dốc). Tính trọng số cho mỗi yếu tố theo phương pháp ranking như công thức (1). Chi tiết xem Bảng 2.

$$W_j = \frac{(n - r_j + 1)}{\sum_{k=1}^n (n - r_k + 1)} \quad (1)$$

Trong đó:  $w_j$  là trọng số của tiêu chí  $j$  ( $0 < w_j < 1$ );  $n$  là số tiêu chí được xét;  $r_j$  là vị trí hạng của tiêu chí.

**Bảng 2.** Bảng chuẩn hóa các tiêu chí

| Tiêu chí                                | Phân hạng (r) | Trọng số (W) | Giá trị                                      | Điểm (x)         | Tiêu chí                  | Phân hạng (r) | Trọng số (W) | Giá trị                                  | Điểm (x)         |
|-----------------------------------------|---------------|--------------|----------------------------------------------|------------------|---------------------------|---------------|--------------|------------------------------------------|------------------|
| ET <sub>o</sub> (mm)                    | 1             | 0.22         | > 1400<br>1310 – 1400<br>875 – 1310<br>< 875 | 4<br>3<br>2<br>1 | NDVI                      | 5             | 0.11         | < 0.2<br>0.2 – 0.3<br>0.3 – 0.6<br>> 0.6 | 4<br>3<br>2<br>1 |
| Lượng mưa (mm)                          | 2             | 0.19         | < 400<br>400 – 600<br>600 – 800<br>> 800     | 4<br>3<br>2<br>1 | MĐS (Km/Km <sup>2</sup> ) | 6             | 0.08         | < 0.5<br>0.5 – 1.0<br>1.0 – 1.5<br>> 1.5 | 4<br>3<br>2<br>1 |
| NDD (1/s/km <sup>2</sup> )              | 3             | 0.17         | < 1<br>1 – 5<br>5 – 15<br>> 15               | 4<br>3<br>2<br>1 | Độ ẩm đất (%)             | 7             | 0.06         | < 20<br>20 – 30<br>30 – 40<br>≥ 40       | 4<br>3<br>2<br>1 |
| Module dòng chảy (1/s/km <sup>2</sup> ) | 4             | 0.14         | < 10<br>10 – 15<br>15 – 25<br>> 25           | 4<br>3<br>2<br>1 | Độ dốc                    | 8             | 0.03         | > 25°<br>15° – 25°<br>8° – 15°<br>< 8°   | 4<br>3<br>2<br>1 |

- Lượng bốc hơi gắn giá trị theo nguyên tắc: lượng bốc hơi càng lớn càng làm gia tăng hạn. Lượng bốc hơi chia làm 4 cấp (Bảng 2).

- Lượng mưa phân cấp theo nguyên tắc: năm hạn là năm có lượng mưa năm nhỏ hơn 75 % lượng mưa trung bình nhiều năm (Bates, 1935). Bảng 2.

- Mực nước ngầm: Từ bản đồ trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất, xác định mực nước tiềm năng ở các tầng chứa nước.

- Module dòng chảy năm nước mặt: Căn cứ vào bản đồ thể hiện module dòng chảy năm nước mặt, xác định được lượng dòng chảy sinh ra trên 1 km<sup>2</sup> trong 1 năm.

- Lớp phủ thực vật: tính chỉ số NDVI và phân cấp theo NASA (Bảng 3) để đánh giá chất lượng lớp phủ của khu vực nghiên cứu.

- Độ ẩm đất: Dựa vào thành phần cơ giới của từng loại đất suy ra sức chứa ẩm cực đại (FC) của từng loại đất trong khu vực nghiên cứu (Bảng 4).

- Mật độ sông: Từ bản đồ thủy văn, tính mật độ sông ở lưu vực sông Cái – Phan Rang, tỉnh Ninh Thuận và chia làm 4 cấp (Bảng 2).

- Độ dốc: dựa vào khả năng giữ nước cho mục đích trồng trọt cây nông nghiệp trên đất dốc, phân chia độ dốc thành 4 cấp (Bảng 2).

Chồng lớp bản đồ

Tiến hành chồng lớp 8 yếu tố theo công thức:

$$p = \sum W_i \cdot x_i = W_1 \cdot x_1 + W_2 \cdot x_2 + W_3 \cdot x_3 + W_4 \cdot x_4 + W_5 \cdot x_5 + W_6 \cdot x_6 + W_7 \cdot x_7 + W_8 \cdot x_8 \quad (2)$$

Trong đó:  $p$ : là bản đồ chồng lớp;  $W_i$ : trọng số của yếu tố  $i$ ;  $x_i$ : yếu tố hạn thứ  $i$ .

**Bảng 3.** Bảng phân cấp chỉ số NDVI theo chất lượng thực vật

| Khoảng giá trị | Loại đối tượng                                 |
|----------------|------------------------------------------------|
| >0.2           | Khu vực cần cỗi của đá; cát; mặt nước; bê tông |
| 0.2 – 0.3      | Cây bụi và trắng cỏ; đất nông nghiệp dễ trồng  |
| 0.3 – 0.6      | Trắng cỏ, cây trồng nông nghiệp, rừng thưa     |
| 0.6 – 0.672    | Rừng nhiệt đới                                 |

(Nguồn: CLIMATE GIS)

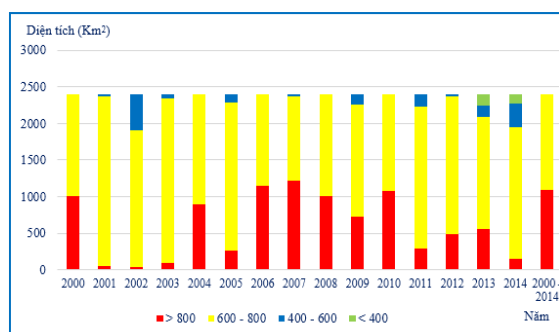
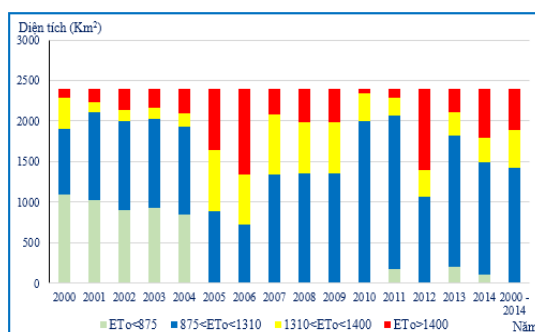
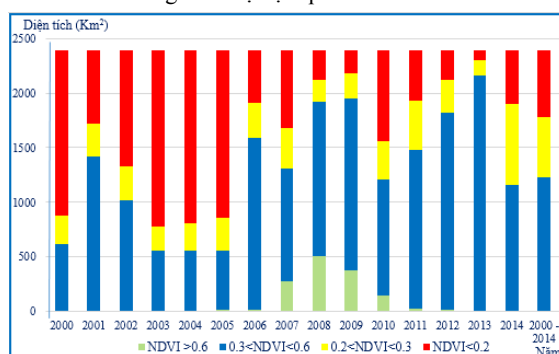
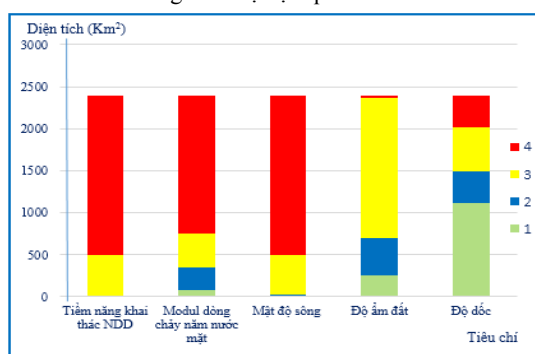
**Bảng 4.** Sức chứa ẩm cực đại của từng loại đất

| STT | Loại đất                   | FC (%) | STT | Loại đất                 | FC (%) |
|-----|----------------------------|--------|-----|--------------------------|--------|
| 1   | Đất cát                    | 16%    | 8   | Đất xám có tầng loang lổ | 29.5%  |
| 2   | Đất cát biển               | 8.6%   | 9   | Đất xám feralite         | 35.5%  |
| 3   | Cồn cát đỏ                 | 3.65%  | 10  | Đất xám mùn trên núi cao | 40%    |
| 4   | Đất phù sa chua            | 40%    | 11  | Đất nâu đỏ               | 55%    |
| 5   | Đất phù sa gley            | 30%    | 12  | Đất xói mòn tro sỏi đá   | 9%     |
| 6   | Đất nâu thẫm trên đá bazan | 32.2%  | 13  | Sông, hồ                 | 26%    |
| 7   | Đất đỏ và xám nâu          | 30%    |     |                          |        |

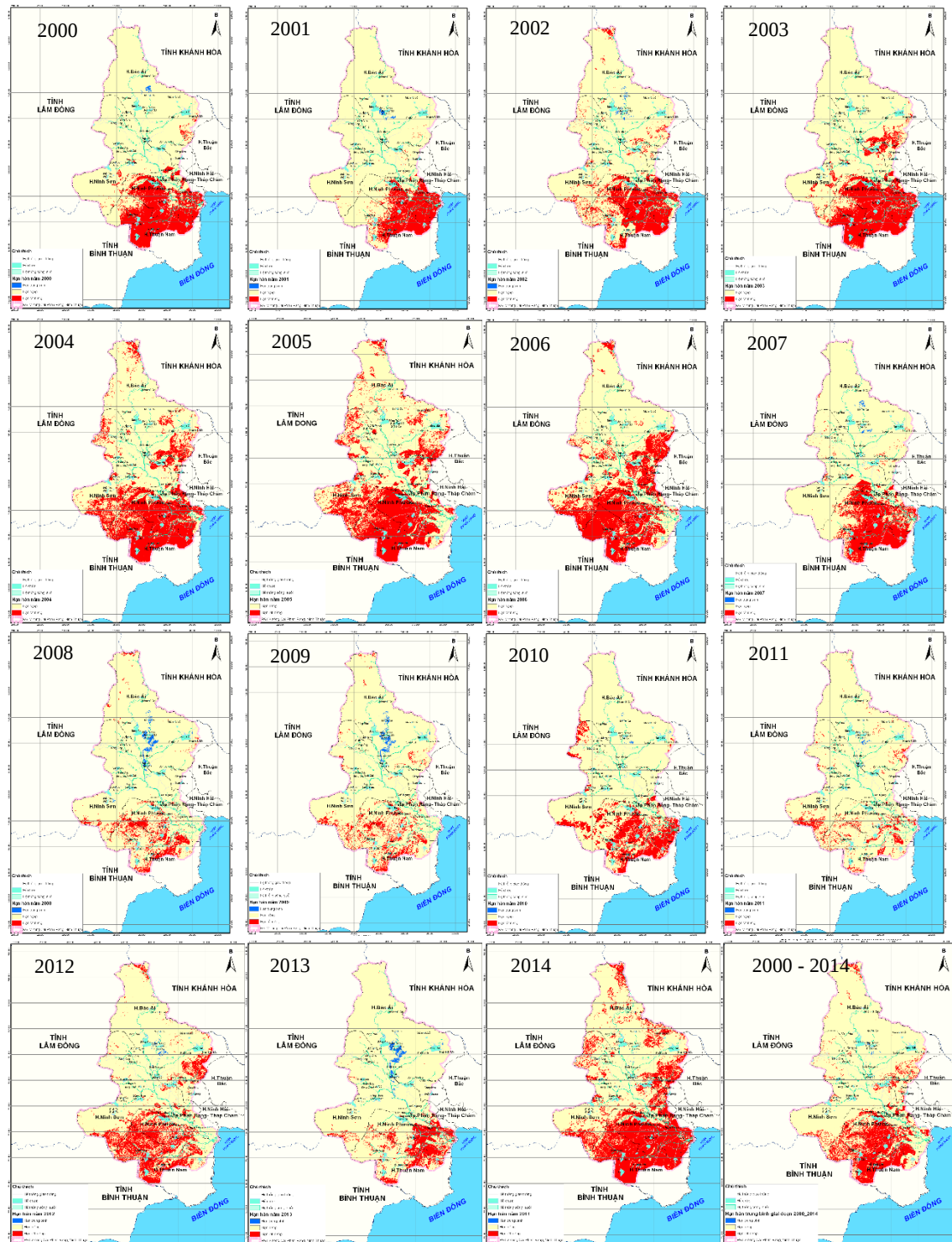
(Bảo tàng đất Việt Nam; Juan M.Enciso, 2007)

**KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

Sau khi thu thập và thống kê, thu được giá trị của các yếu tố như Hình 3–10.

**Hình 3.** Biểu đồ thống kê diện tích lượng mưa theo từng mức độ hạn qua các năm**Hình 4.** Biểu đồ thống kê diện tích lượng bốc hơi theo từng mức độ hạn qua các năm**Hình 5.** Biểu đồ thống kê diện tích NDVI theo từng mức độ hạn qua các năm**Hình 6.** Biểu đồ thống kê diện tích các yếu tố còn lại theo từng mức độ hạn

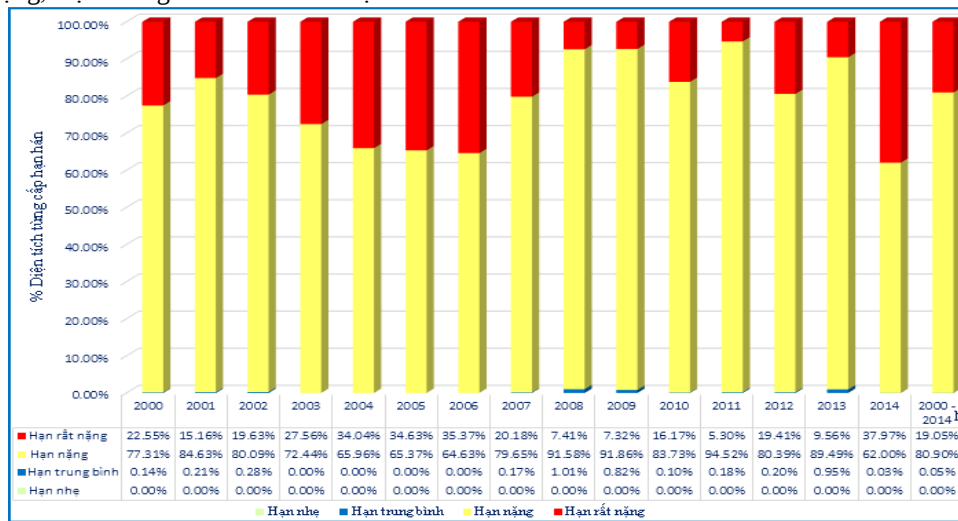
Bản đồ phân vùng hạn khí tượng qua từng năm như Hình 7.



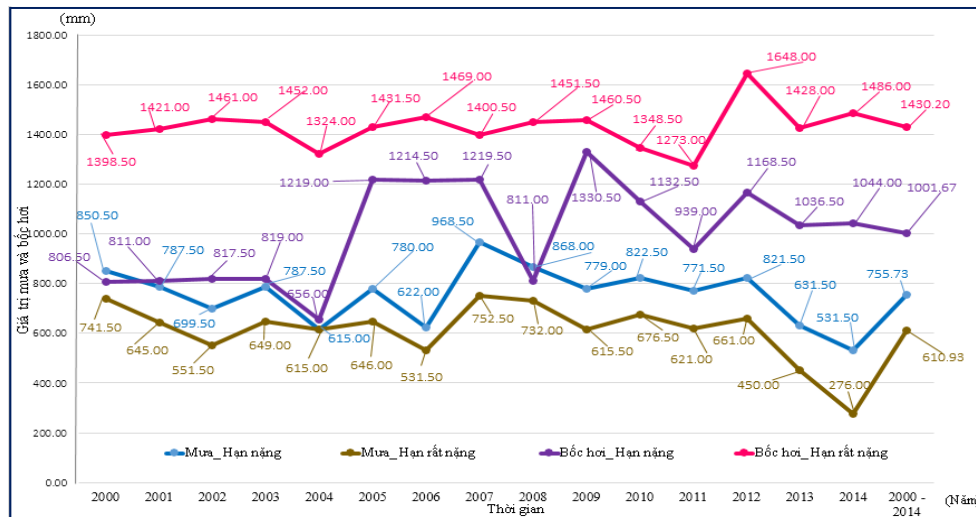
**Hình 7.** Bản đồ phân vùng mức độ hạn hán qua từng năm giai đoạn 2000 – 2014

Trong khoảng thời gian 15 năm (2000 – 2014), hạn khí tượng xảy ra liên tục và ngày càng ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống của người dân.

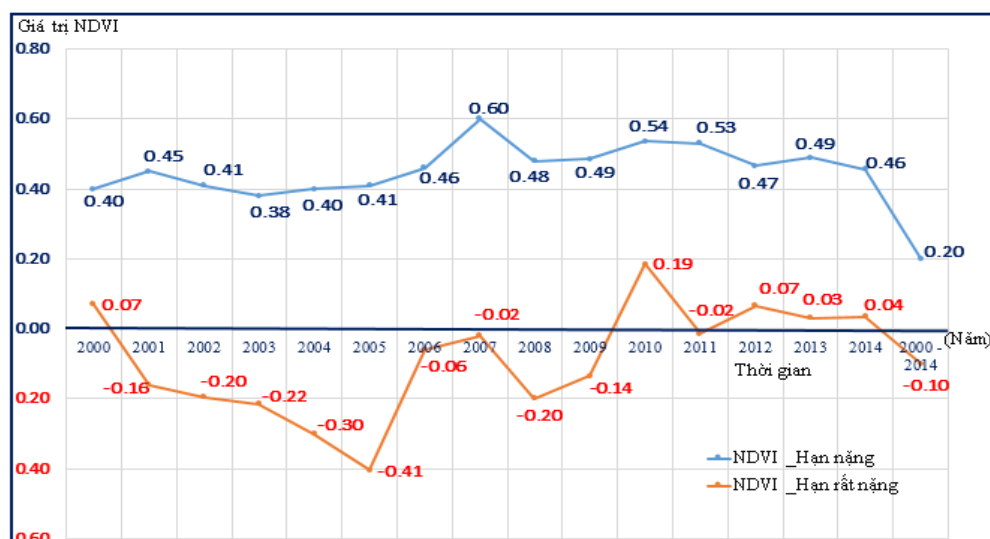
Qua các năm hạn chủ yếu thuộc hạn nặng và không đáng kể.  
hạn rất nặng, hạn trung bình chiếm tỉ lệ nhỏ



Hình 8. Biểu đồ thống kê diện tích các mức độ hạn hán qua các năm



Hình 9. Biểu đồ giá trị mưa-bốc hơi trung bình từng mức độ hạn hán qua các năm



Hình 10. Biểu đồ giá trị NDVI trung bình đối với từng mức độ hạn hán qua các năm

Bảng 5. Bảng mô tả mức độ hạn qua các năm

|                  | Hạn nặng                                                  | Hạn rất nặng                                                                     |
|------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Diện tích        | 80,90 % diện tích khu vực nghiên cứu                      | 19,05 % diện tích khu vực nghiên cứu                                             |
| Khu vực          | Huyện Ninh Sơn và Bắc Ái, thành phố Phan Rang – Tháp Chàm | Huyện Thuận Nam, Ninh Phước                                                      |
| Bốc hơi ETo      | ET <sub>o</sub> dao động 806,5–1330 mm                    | ET <sub>o</sub> dao động 1273 – 1648 mm                                          |
| Lượng mưa        | Giảm dần từ 850,5 mm (2000) xuống 531,5 mm (2014)         | Giảm dần từ 741,5 mm (2000) xuống 276 mm (2014)                                  |
| NDD              | Chủ yếu 0 - 2 (1/s/km <sup>2</sup> )                      | Chủ yếu dưới 1 (1/s/km <sup>2</sup> )                                            |
| Module dòng chảy | 10 – 23 (1/s/km <sup>2</sup> )                            | 9 – 15 (1/s/km <sup>2</sup> )                                                    |
| Lớp phủ          | NDVI = 0,2 – 0,6 (cây bụi, rừng thưa)                     | NDVI = -0,41 – 0,19 (đá, cát, mặt nước, bê tông, cây bụi, xương rồng, đất trống) |
| MDS              | Dưới 0,5 km/km <sup>2</sup>                               | Dưới 0,5 km/km <sup>2</sup>                                                      |
| Độ ẩm đất        | Chủ yếu là 35,5 %                                         | 3,6 – 32,2 %                                                                     |
| Độ dốc           | >15°                                                      | <8°                                                                              |

Mùa mưa kéo dài khoảng 4 tháng nhưng lượng mưa rất thấp, giảm dần qua các năm, cùng với đó là lượng bốc hơi ETo cao, tăng dần, khiến cho người dân và sinh vật không đủ nước để sinh sống. Lớp phủ thực vật nghèo nàn, không có tác dụng giữ, lại nước mưa trong mùa mưa cho khu vực, nên không thể góp phần sản sinh dòng chảy cho lưu vực nên nguồn nước bổ cập vào khu vực này rất ít.

Hơn nữa, mùa khô kéo dài 9 tháng/năm, thậm chí có vùng cả năm không mưa (xã Phước Hà huyện Ninh Phước, xã Nhị Hà huyện Thuận

Nam (phù hợp với thực tế)), nên sông suối, hồ chứa cạn nước nhanh chóng, trơ đáy.

Ở các khu vực có độ dốc >15° (hạn nặng) thường là các vùng núi bán khô hạn, trơ sỏi đá và khó canh tác. Trong khi ở vùng đồng bằng ven biển (hạn rất nặng), độ dốc chủ yếu <8°, nên có gió mạnh khiến cho không khí lưu thông nhiều hơn nên độ ẩm thấp hơn vùng núi và tạo điều kiện cho bốc thoát hơi nhiều hơn dẫn đến tình trạng nắng nóng hơn; song do địa hình bằng phẳng nên người dân sẽ khai thác nước dưới đất nhiều hơn trong khi lượng mưa càng xuống hạ

lưu càng giảm, lâu dần sẽ khiến cho đất đai càng khô cằn, độ ẩm đất (3,6–32,2 %) càng giảm, thiếu nước nhiều hơn. Các hiện tượng: sa mạc hóa, xâm nhập mặn diễn ra mạnh hơn nên hiện tượng thiếu nước sinh hoạt và sản xuất càng nhiều hơn.

Nhìn chung bốc hơi  $ET_o$  và lượng mưa là hai yếu tố chính ảnh hưởng đến hạn ở khu vực này, bốc hơi quá cao khiến cho hạn hán ở đây xảy ra nghiêm trọng, dù lượng mưa không quá thấp. Cùng với đó là sự khai thác nước ngầm không hợp lý, lớp phủ thực vật nghèo nàn và các hoạt động canh tác của người dân, đã khiến cho mực nước ngầm sụt giảm ngày càng nhiều hơn nên hạn khí tượng ở lưu vực sông Cái – Phan Rang, tỉnh Ninh Thuận ngày càng xảy ra trầm trọng hơn, đặc biệt là khu vực hạ nguồn. Số liệu cụ thể đã được thống kê trong Bảng 5.

### KẾT LUẬN

Tám yếu tố ảnh hưởng được phân tích: bốc hơi  $ET_o$ , lượng mưa, lớp phủ thực vật (NDVI),

tiềm năng khai thác nước dưới đất, module dòng chảy năm nước mặt, mật độ sông, độ ẩm đất, độ dốc giúp ích cho việc đánh giá hạn khí tượng của khu vực nghiên cứu. Kết quả là bản đồ phân vùng hạn hán được thành lập và quản lý trong hệ thống GIS.

Hạn trong lưu vực chủ yếu ở 2 mức độ: hạn nặng chiếm 80,90 % và hạn rất nặng chiếm 19,05 % diện tích khu vực nghiên cứu, còn hạn trung bình thì không đáng kể, chỉ chiếm 0,05 %; khu vực chịu hạn nặng nhất trong lưu vực là huyện Ninh Phước (phù hợp với thực tiễn). Kết quả này chi tiết hơn một số đề tài nghiên cứu trước đây (như các đề tài của Đào Xuân Học (2001) hay Lê Sâm (2008)).

Do đó kết quả nghiên cứu góp phần cho việc nhận định cụ thể và chính xác hơn về tình hình hạn hán của khu vực, giúp đưa ra được các biện pháp, phương hướng phù hợp để chống hạn.

## The developments of drought in the Cai river basin – Phan Rang, Ninh Thuan province

• **Dao Thi Thu Huyen**

• **Tran Tuan Tu**

University of Science, VNU-HCM

### ABSTRACT

*In Vietnam, the Cai river basin - Phan Rang in Ninh Thuan province is considered to tolerate the most serious drought, which has influenced seriously on the lives and economy of the people in the region. Using Multi-Criteria Analysis method - MCA integrated with GIS for eight factors: evaporation ( $ET_o$ ), rainfall, groundwater, surface water annual flow module, vegetable matter (NDVI), river density, humidity of land and slope to build a system of component maps identifying the level and the change of drought, namely meteorological one in the Cai*

*river basin - Phan Rang, Ninh Thuan province each year.*

*According to the average results of the study period (2000–2014), the drought at this region has 3 levels: medium drought with 0.05 %, severe drought with 80.90 %, very severe drought with 19.05 % of the studied area. At the same time, the value of factors: evaporation ( $ET_o$ ) is from 1417.02–1817.00 mm, rainfall is from 640.9–910.8 mm, groundwater is from 0–11 (1/s/km<sup>2</sup>), surface water annual flow module is from 9 – 23 (1/s/km<sup>2</sup>), vegetable matter is (NDVI) from -0.4 – 0.6, river density is from 0–1.6 km/km<sup>2</sup>, humidity*

of land is from 3.65–55 % and slope is from 0°–62.8°.

*This study focuses only on the meteorological drought, we need more detailed researches to continue estimating the 3 types of drought*

**Key words:** GIS, Drought, MCA, Cai river basin – Phan Rang

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bảo tàng đất Việt Nam: Độ ẩm các loại đất, <http://www.baotangdat.com>.
- [2]. Đ.T. Bình, P.T. Hoàn, Vấn đề thiếu nước tại Ninh Thuận, Đài khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ, 1–10 (2012).
- [3]. Đ.X. Học, N.T. Hà, N.Q. Kim, Nghiên cứu các giải pháp giảm nhẹ thiên tai hạn hán ở các tỉnh Duyên hải miền Trung (từ Hà Tĩnh đến Bình Thuận), Bộ Khoa học công nghệ và môi trường-Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn, Trường Đại học Thủy lợi, 2, 264–271 (2001).
- [4]. L.Sâm, N.Đ. Vượng, Nghiên cứu lựa chọn công thức tính chỉ số khô hạn và áp dụng vào việc tính toán tần suất khô hạn năm ở Ninh Thuận, *Tuyển tập Khoa học và công nghệ*, 186–195 (2008).
- [5]. Sở KH & CN, UBND tỉnh Ninh Thuận, Đánh giá điều kiện tự nhiên tác động đến quá trình hình thành dòng chảy hệ thống sông Cái – Phan Rang, Nghiên cứu đánh giá tài nguyên nước lưu vực sông Cái và khả năng đáp ứng cho nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Ninh Thuận đến năm 2020 và tầm nhìn 2030, 1–28 (2015).
- [6]. Bates.C.G, Climatic characteristics of the plains region, M. Silcox. Washington, 11, 83–110 (1935).
- [7]. E.N. Altman, Drought indices in decisionmaking process of drought management, University of South Carolina, 5–6 (2013).
- [8]. J.M.Enciso, D.Porter, X.Périès, Irrigation monitoring with soil water sensors, The Texas A & M University System, B-6194, 1–12 (2007).