



## XÂY DỰNG BẢN ĐỒ HẠN HÁN ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Trần Văn Tỷ<sup>1</sup>, Đặng Thị Thu Hoài<sup>2</sup> và Huỳnh Vương Thu Minh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Khoa Môi trường & Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 08/08/2015

Ngày chấp nhận: 17/09/2015

### Title:

Mapping meteorological drought in the Mekong Delta under climate change

### Từ khóa:

Hạn khí tượng, biến đổi khí hậu, chỉ số khô hạn (SPI), Đường Mức độ - Thời gian - Tần suất hạn (SDF), Đồng bằng sông Cửu Long

### Keywords:

Meteorological drought, climate change, Standardized Precipitation Index (SPI), Severity – Duration – Frequency (SDF) curve, Mekong Delta

### ABSTRACT

The objective of this study is to assess the current status of meteorological droughts, and to assess impacts of climate change on meteorological drought in the Mekong Delta, Vietnam. Firstly, data of rainfall and temperature simulated by the SEA START (Scenarios A2 and B2) were validated and bias-corrected. Standardized Precipitation Index (SPI) was then calculated to determine the 1, 3, 6 and 12 - month droughts for the current period of 1980-2012 and future period of 2015-2047. The SDF (Severity – Duration – Frequency) curve was established. The results were mapped for the whole Mekong Delta of Vietnam, and thus potential drought areas were identified. The results showed that in the Mekong Delta of Vietnam, the historical biases of rainfall (1980-2012) and temperature (2002-2012) between simulation and observation were +11.9% and +2.2°C, respectively. In the year 2030s, temperature (2025-2035) and rainfall (2015-2047) were highly variable in both scenarios A2 and B2. Results of the SPI calculation for the period of 2015-2047 compared with those for the 1980-2012 period varied in space and timing frequency. It was also found that drought frequency would not increase, but drought severity levels (severe, moderate, mild) would change.

### TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá hiện trạng hạn khí tượng và ảnh hưởng của biến đổi khí hậu lên hạn hán ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Số liệu mưa và nhiệt độ mô phỏng bởi SEA START (Kịch bản A2, B2) được kiểm tra độ tin cậy và hiệu chỉnh. Chỉ số khô hạn SPI (Standardized Precipitation Index) được tính toán cho 1, 3, 6 và 12 tháng hạn cho giai đoạn 1980-2012 và 2015-2047. Từ đó, đường cong Mức độ - Thời gian - Tần suất hạn (SDF) được thiết lập. Kết quả được thể hiện trên bản đồ cho ĐBSCL và khu vực hạn tiềm năng được xác định. Kết quả cho thấy tại ĐBSCL, sai lệch trung bình của lượng mưa (1980-2012) và nhiệt độ (2002-2012) mô phỏng so với số liệu thực đo lần lượt là +11,9% và +2,2°C. Trong những năm 2030, nhiệt độ (2025-2035) và lượng mưa (2015-2047) có sự biến động theo cả 2 kịch bản A2 và B2. Kết quả tính toán SPI giai đoạn 2015-2047 so với giai đoạn 1980-2012 có sự thay đổi theo không gian và tần số xuất hiện. Ở đây, tần số xuất hiện hạn không tăng nhưng mức độ hạn (nặng, trung bình, nhẹ) có sự thay đổi.

## 1 GIỚI THIỆU

Hạn hán là hiện tượng tự nhiên trên thế giới, có ảnh hưởng đến các khu vực rộng lớn và gây thiệt hại đáng kể cả về người và kinh tế. Hạn hán xảy ra ở hầu hết các chế độ khí hậu và có tác động đến tiềm năng kinh tế - xã hội và các lĩnh vực môi trường (Wu and Wilhite, 2004). Rất nhiều khu vực trên thế giới, trong đó có Việt Nam, đang phải gánh chịu những đợt hạn hán nghiêm trọng bất thường do tình trạng biến đổi khí hậu (BĐKH) gây ra (Trần Thục, 2011). Trong những năm gần đây, tần suất và sự khốc liệt của lũ lụt và hạn hán tăng cao dưới ảnh hưởng của BĐKH (IPCC, 2007). Ảnh hưởng của BĐKH đã và đang diễn ra; do đó, các nghiên cứu về quan trắc và dự báo hạn trong một khoảng thời gian dài là cần thiết để tìm ra các biện pháp ứng phó thích hợp với các hiện tượng hạn hán cực đoan có thể xảy ra ở tương lai (Kim và *et al.*, 2013).

Theo IPCC (2007), Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là một trong ba châu thổ trên thế giới có nguy cơ chịu ảnh hưởng cực kỳ nghiêm trọng của BĐKH trong 30 – 50 năm tới, trong đó có hạn hán. Những năm hạn hán xảy ra ở ĐBSCL: năm 1982 tàn phá 180.000 ha cây màu; Vụ Đông Xuân 1992-1993, việc sản xuất ở ĐBSCL giảm 559,000 tấn

lúa; diện tích bị hạn là 276.656 ha ở năm 1998; năm 2002, 2004 và 2005 hạn hán cũng xảy ra trầm trọng ở ĐBSCL, ngay cả nước sinh hoạt cũng phải hạn chế (Trần Đăng Hồng, 2007). BĐKH không chỉ tác động đến tự nhiên, mà còn ảnh hưởng đến xã hội, đời sống của người dân, trong đó tác động mạnh đến sản xuất nông nghiệp. Do đó, nghiên cứu xây dựng bản đồ hạn hán ĐBSCL trong bối cảnh biến đổi khí hậu để hiểu rõ các tác động có thể của BĐKH đối với sản xuất nông nghiệp nói chung và lĩnh vực trồng lúa nói riêng là hết sức cần thiết. Đồng thời, giúp cho việc quy hoạch, điều chỉnh cơ cấu sử dụng cây trồng phù hợp. Vì vậy, ĐBSCL được chọn là vùng nghiên cứu.

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm đánh giá hiện trạng và xây dựng bản đồ hạn hán tại ĐBSCL. Mục tiêu cụ thể là: (1) đánh giá hiện trạng hạn hán ở ĐBSCL trong những năm gần đây và xây dựng bản đồ phân vùng khu vực hạn hán; (2) đánh giá ảnh hưởng của BĐKH lên hạn hán ở ĐBSCL.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Thu thập số liệu

Số liệu mưa, nhiệt độ thực đo và mô phỏng được thu thập từ nhiều nguồn. Chi tiết số liệu và nguồn được thể hiện trong Bảng 1.

**Bảng 1: Số liệu và nguồn cung cấp**

Số liệu	Mô tả	Thời gian	Nguồn
Nhiệt độ	Trung bình tháng	2002 – 2012	TTKTTV* ĐBSCL
Lượng mưa	Trung bình tháng	1980 – 2012	TTKTTV ĐBSCL
Nhiệt độ (cao nhất - thấp nhất)	Trung bình tháng	2025 – 2035	SEA START, A2 và B2
Lượng mưa	Trung bình tháng	1980 – 2012	SEA START, A2 và B2
		2015 – 2047	SEA START, A2 và B2
Số giờ nắng, tốc độ gió, độ ẩm	Trung bình ngày	2000 – 2011	Do hạn chế số liệu nên lấy trạm Sóc Trăng để tính cho các trạm khác

\*TTKTTV: Trung tâm khí tượng thủy văn

### 2.2 Các bước thực hiện

#### 2.2.1 Tính toán Chỉ số khô hạn SPI (Standardized Precipitation Index)

Chỉ số khô hạn (SPI) được tính từ chuỗi mưa nhiều năm nhằm đưa về dạng hàm phân bố chuẩn tắc của số liệu mưa, ứng với thời gian hạn khác nhau SPI 1, 3, 6 và 12 tương ứng hạn 1, 3, 6 và 12 tháng. Theo Viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường (VKHKTTV&MT) (2010), cách thức tính toán chỉ tiêu SPI (chỉ số chuẩn hóa lượng mưa) được thể hiện trong công thức sau:

$$SPI = \frac{X - \bar{X}}{\sigma} \quad (1)$$

Trong đó,  $X$ : lượng mưa khoảng thời gian  $i$  ( $i$ : tháng, mùa, vụ);  $\bar{X}$ : lượng mưa trung bình trong khoảng thời gian  $i$  qua nhiều năm; and  $\sigma$ : khoảng lệch tiêu chuẩn của lượng mưa khoảng thời gian  $i$  (1, 3, 6 và 12 tháng).

Sử dụng SPI để có dạng phân bố chuẩn tắc, trong đó có giá trị trung bình là 0 và độ lệch chuẩn là 1. Chuỗi số liệu tính toán được chuyển đổi về dạng phân bố chuẩn tắc này. Chỉ số SPI là một chỉ số không thứ nguyên. Các giá trị của SPI mang dấu âm thể hiện sự thiếu hụt mưa tại thời điểm tính toán so với mức trung bình. Điều này có nghĩa là giai đoạn đó có nguy cơ hạn hán. Khi SPI mang giá trị dương chỉ ra tình trạng thừa ẩm, tức là mưa tại

thời điểm tính toán lớn hơn so với mức trung bình nhiều năm. Để đánh giá mức độ hạn khí tượng, ngưỡng chỉ tiêu hạn được thể hiện ở Bảng 2 (VKHKTTV&MT, 2010).

**Bảng 2: Bảng mức độ hạn hán (Tần suất các mức độ hạn theo hàm phân phối chuẩn tắc)**

Chỉ số SPI	Mức độ hạn	SPI	Xác suất tích lũy (%)
≤ -2,0	Hạn nặng	-3,0	0,0014
		-2,5	0,0062
		-2,0	0,0228
-2,0 < SPI ≤ -1,5	Hạn trung bình	-1,5	0,0668
-1,5 < SPI ≤ -1,0	Hạn nhẹ	-1,0	0,1587
		-0,5	0,3085
-1,0 < SPI < 1,0	Bình thường	0,0	0,5000
		0,5	0,6915
1,0 ≤ SPI < 1,5	Ấm	1,0	0,8413
1,5 ≤ SPI < 2,0	Rất ẩm	1,5	0,9332
		2,0	0,9772
		2,5	0,9938
≥ 2,0	Úng	3,0	0,9986

Nguồn: VKHKTTV&MT, 2010

Tần số xuất hiện hạn khí tượng ở những mức độ khác nhau dựa trên chỉ số SPI tương ứng với mức độ và thời gian hạn được xác định theo công thức sau:

$$P_h = \frac{m_h}{n_h} \quad (2)$$

Trong đó:  $P_h$ : tần số xuất hiện hạn tương ứng với mức độ và thời gian hạn (1980–2012);  $m_h$ : số lần xảy ra khô hạn tương ứng với mức độ và thời gian hạn (1980–2012);  $n_h$ : số lần tính toán tương ứng với mức độ và thời gian hạn (1980–2012).

2.2.2 Kiểm tra độ tin cậy

Để kiểm tra độ tin cậy của số liệu SEA START, số liệu mô phỏng trong quá khứ (1980–2012) của trung tâm SEA START được so sánh với số liệu thực đo của vùng nghiên cứu thông qua trị số phân trăm sai lệch (BIAS) (Moriasi *et al.*, 2007). BIAS được tính theo công thức sau:

$$BIAS = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{mp} - Y_i^{td}) \times 100}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{td})} \right] \quad (3)$$

$Y_i^{mp}$  và  $Y_i^{td}$ : lần lượt là giá trị mô phỏng, giá trị thực đo và giá trị trung bình theo trung bình tháng;  $i$ : năm thứ  $i$ ;  $n$ : số năm quan sát (1980 – 2012).

2.2.3 Hiệu chỉnh số liệu mưa và nhiệt độ

Chuỗi số liệu mưa trong tương lai (2015–2047) và nhiệt độ (2025–2035) được xác định thông qua hệ số thay đổi ( $\Delta$ ) (Hay *et al.*, 2000) như sau:

+ Đối với lượng mưa:  $\Delta_p(j) = \frac{\bar{P}_u(j)}{\bar{P}_h(j)}$

$$P_{\Delta}(i, j) = \Delta_p(j) \times P_{td}(i, j) \quad (4)$$

+ Đối với nhiệt độ:  $\Delta_T(j) = \bar{T}_u(j) - \bar{T}_h(j)$

$$T_{\Delta}(i, j) = T_i(i, j) + \Delta_T(j) \quad (5)$$

Trong đó, ( $i=1-31; j=1-12$ );  $\Delta_p$  và  $\Delta_T$  tương ứng với hệ số thay đổi của lượng mưa và nhiệt độ;  $\bar{P}_u(j)$  và  $\bar{T}_u(j)$  tương ứng với lượng mưa (1980–2012) và nhiệt độ (2002–2012) mô phỏng trung bình tháng;  $\bar{P}_h(j)$  và  $\bar{T}_h(j)$  là lượng mưa (2015–2047) và nhiệt độ (2025–2035) mô phỏng trung bình tháng;  $P_{\Delta}(i, j)$  và  $T_{\Delta}(i, j)$  tương ứng với lượng mưa và nhiệt độ của số liệu tương lai (A2 và B2);  $P_{td}(i, j)$  và  $T_{td}(i, j)$  là lượng mưa và nhiệt độ thực đo của vùng nghiên cứu;  $i$  và  $j$  lần lượt là ngày từ 1 đến 31 và tháng từ 1 đến 12.

2.2.4 Tính toán bốc thoát hơi nước  $ET_o$

Dữ liệu thời tiết: dữ liệu được sử dụng để tính lượng bốc thoát hơi chuẩn của khí quyển ( $ET_o$ ). Mô hình Cropwat sử dụng phương pháp Penman-Monteith để tính toán lượng bốc thoát hơi chuẩn theo công thức (6). Bốc thoát hơi cây trồng được ước tính bằng hệ số cây trồng và bốc thoát hơi tiềm năng qua các thông số nhiệt độ, tốc độ gió, số giờ nắng và độ ẩm tương đối. Công thức tính  $ET_o$  được thể hiện theo công thức Allen *et al.* (1998).

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (6)$$

Trong đó:

$ET_o$  là bốc thoát hơi chuẩn [mm/ngày];  $R_n$  là bức xạ ở bề mặt ruộng [MJ/m<sup>2</sup>.ngày];  $G$  là dao động nhiệt của đất [MJ/m<sup>2</sup>.ngày<sup>-1</sup>];  $T$  là nhiệt độ không khí trung bình ngày ở độ cao 2 m [°C];  $U_2$  là tốc độ gió ở độ cao 2 m [m/s];  $e_s$  là áp suất hơi nước bão hòa [kPa];  $e_a$  là áp suất hơi nước thực tế [kPa];  $e_s - e_a$  là độ hụt áp suất hơi nước bão hòa [kPa];  $\Delta$  là độ dốc đường cong áp suất hơi nước [kPa °C<sup>-1</sup>];  $a$  là hằng số độ ẩm [kPa °C<sup>-1</sup>].

2.2.5 Tình SPI hiện trạng (1980-2012) và tương lai (2015-2047)

SPI được tính theo công thức (1), trong đó:

- Số liệu nhiệt độ và lượng mưa mô phỏng bởi SEA START đã được chọn để so sánh với số liệu thực đo (1980–2012); (2002–2012) và làm dữ liệu để đánh giá ảnh hưởng của chúng thông qua phân loại và mức độ hạn sử dụng công cụ ArcGIS.

- Từ kết quả tính SPI của các trạm ĐBSCL, đường cong SDF được thiết lập.

- Bản đồ: sử dụng phương pháp đa giác Thiessen để phân vùng hạn theo các trạm thủy văn hiện có tại ĐBSCL; từ đó xây dựng được bản đồ hiện trạng hạn (1980-2012) và hạn tiềm năng (2015-20147). Phương pháp này cũng được sử dụng để tính toán diện tích lúa bị ảnh hưởng bởi

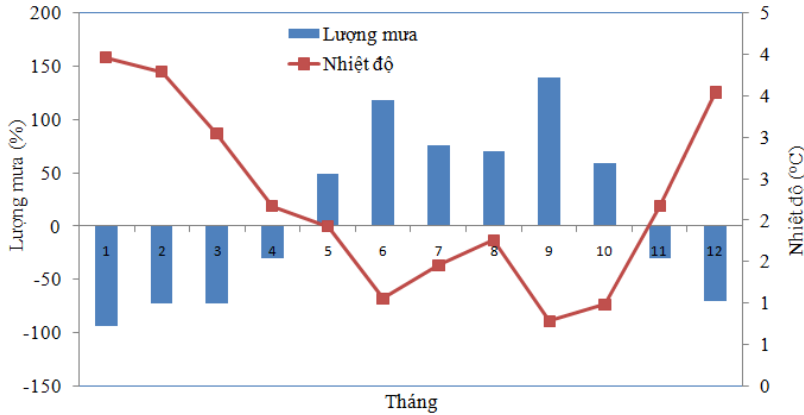
hạn giai đoạn 1980–2012 theo bản đồ sử dụng đất năm 2010.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Hiện trạng và xu thế biến đổi của yếu tố khí tượng-thủy văn

3.1.1 Kết quả tính sai khác mưa (1980–2012) và nhiệt độ (2002-2012)

Kết quả sai khác lượng mưa giữa chuỗi số liệu mô phỏng và thực đo (1980–2012) của ĐBSCL được trình bày qua Hình 1. Sai lệch trung bình của số liệu mô phỏng lượng mưa là +11,9%. Trong đó, trạm có sai khác mưa trung bình cao nhất là trạm Bạc Liêu (-32,1%) và thấp nhất là trạm Châu Đốc (+0,5%). Đối với nhiệt độ, sai lệch trung bình năm của ĐBSCL là +2,2°C.

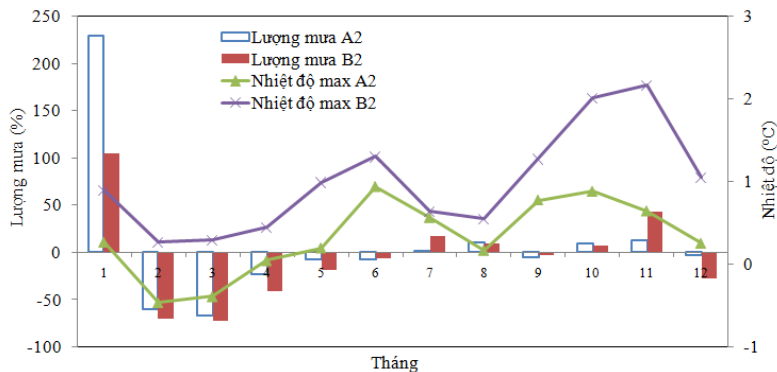


Hình 1: Sai lệch lượng mưa (%) (1980–2012) và nhiệt độ (°C) (2002–2012) ở ĐBSCL

3.1.2 Sự thay đổi lượng mưa (2015–2047) và nhiệt độ (2025–2035)

Kết quả mô phỏng của SEA START theo hai kịch bản A2 và B2 cho thấy, nhiệt độ cao nhất và lượng mưa những năm 2030 và đầu 2040 ở

ĐBSCL có sự biến động. Kết quả từ Hình 2 cho thấy, ở kịch bản A2, sự thay đổi lượng mưa trung bình năm mô phỏng ở ĐBSCL giảm 16,4% và nhiệt độ cao nhất tăng 0,3°C. Tương tự đối với B2, lượng mưa trung bình năm giảm 8,5%, trong khi nhiệt độ trung bình năm tăng 1,0°C.



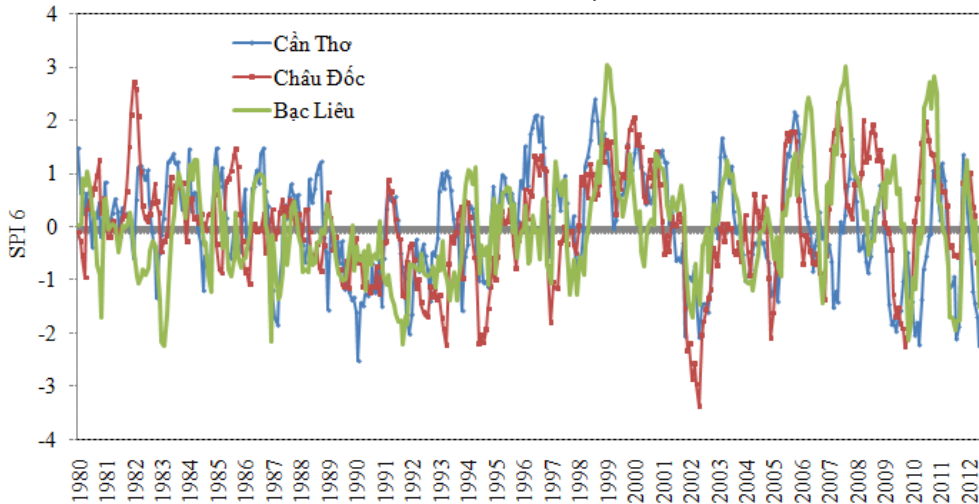
Hình 2: Sự thay đổi nhiệt độ (°C) giai đoạn 2025–2035 và lượng mưa (%) giai đoạn 2015–2047 ĐBSCL tương ứng với giai đoạn 2002–2012 và 1980–2012

### 3.2 Hiện trạng và xu thế hạn khí tượng

#### 3.2.1 Hiện trạng hạn khí tượng ĐBSCL

Hạn khí tượng được tính toán thông qua chỉ số hạn hán SPI (với SPI 1, SPI 3, SPI 6 và SPI 12 tương ứng với chỉ số hạn hán tính cho 1, 3, 6, và 12 tháng). Kết quả tính toán SPI 6 từ chuỗi số liệu 33 năm (1980–2012) tại 3 trạm (Cần Thơ, Bạc Liêu, Châu Đốc) được thể hiện trên Hình 3. Kết quả

thống kê tần suất ứng với số lần xuất hiện hạn khí tượng ở ĐBSCL (cả 3 mức độ: nhẹ, trung bình, nặng) trong 33 năm qua (1980–2012) được thể hiện trong Bảng 3. Hạn 6 tháng xuất hiện nhiều nhất tại trạm Cần Thơ với 72 lần xuất hiện (22,05%); và hạn 12 tháng xuất hiện nhiều nhất tại trạm Rạch Giá (21,09%). Từ Bảng 3, cho thấy, hạn xuất hiện từng thời gian khác nhau có sự tăng lên về số lần ở các trạm.



Hình 3: SPI 6 tại 3 trạm Cần Thơ, Bạc Liêu, và Châu Đốc

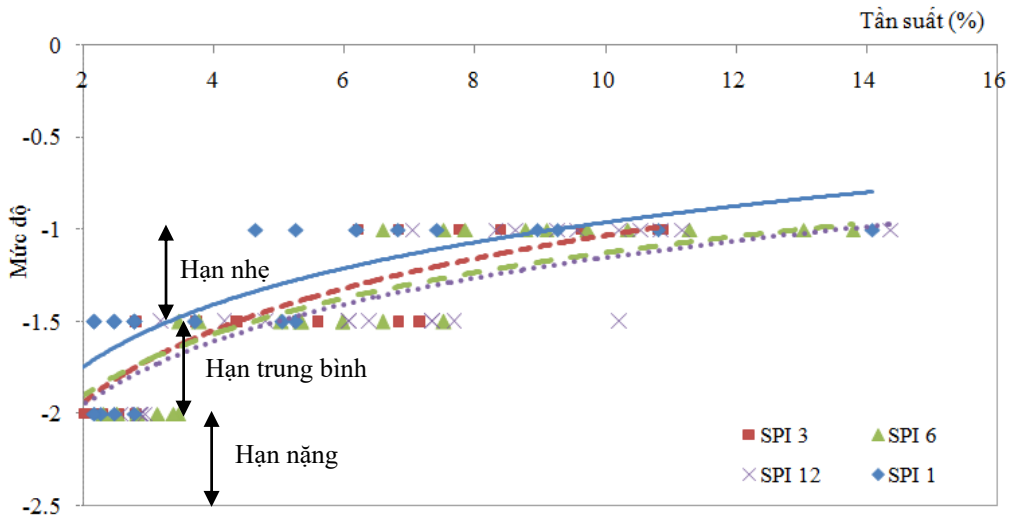
Bảng 3: Mức độ và số lần xuất hiện hạn các trạm ĐBSCL

Mức độ	Số lần xuất hiện hạn (lần)											
	SPI 1			SPI 3			SPI 6			SPI 12		
	CT	CD	BL	CT	CD	BL	CT	CD	BL	CT	CD	BL
SPI <-2 (Hạn nặng)	5	4	9	10	8	9	9	14	5	12	11	5
-2 ≤ SPI ≤ 1,5 (Hạn trung bình)	20	17	7	22	23	18	19	17	16	19	23	10
-1,5 ≤ SPI ≤ -1,0 (Hạn nhẹ)	27	35	24	35	42	31	44	33	29	33	32	45
Tổng	52	56	40	6	73	58	72	64	50	66	64	60

Ghi chú: CT: Cần Thơ; CD: Châu Đốc; BL: Bạc Liêu

Hình 4 thể hiện mối tương quan giữa mức độ hạn, thời gian hạn (1, 3, 6, và 12 tháng) và tần số xuất hiện hạn giai đoạn 1980 - 2012. Nhìn chung, 3 mức độ hạn (nhẹ, trung bình, nặng) đều xảy ra trong 33 năm qua ở khu vực ĐBSCL. Ví dụ, ở mức độ hạn trung bình của hạn 3 tháng có tần suất xuất

hiện hạn thấp, là 1,91%. Dựa vào mối quan hệ này được lập theo số liệu mưa mô phỏng trong tương lai, từ đó, có thể đánh giá được hạn xảy ra với tần suất bao nhiêu, trong thời gian nào để có thể áp dụng giải pháp thích nghi kịp thời và thích hợp trong tương lai.



**Hình 4: Đường cong SDF (1980-2012)**

3.2.2 Bản đồ hạn khí tượng ĐBSCL

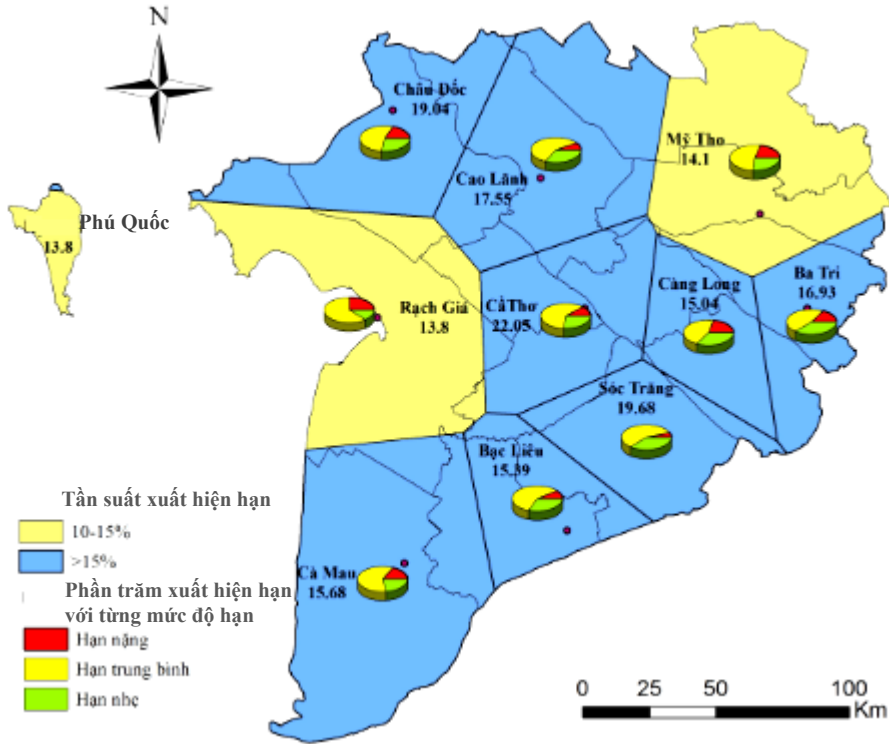
Xét toàn ĐBSCL, đối với hạn 3 tháng bao gồm các trạm có số lần xuất hiện hạn cao trong giai đoạn 1980 – 2012 như: Cà Mau, Bạc Liêu, Sóc Trăng, Cần Thơ và Châu Đốc. Châu Đốc là trạm chiếm phần trăm hạn cao nhất (22,09%) với thời gian hạn 3 tháng. Vùng bị hạn ứng với hạn 6 tháng là Cà Mau (tần suất xuất hiện hạn là 15,68%), Bạc Liêu (15,39%), Sóc Trăng (19,68%), Cần Thơ (22,05%), Càng Long (15,04%), Ba Tri (16,93%), Cao Lãnh (17,55%) và Châu Đốc (19,04%) (Hình 5). Trong đó, Cần Thơ bị hạn cao nhất với mức hạn nặng chiếm (2,30%), hạn trung bình (5,96%) và hạn nhẹ (13,79%).

Hình 5 là một ví dụ thể hiện bản đồ hạn 6 tháng (SPI 6). Qua xem xét thời gian hạn 6 tháng thì trạm Cần Thơ, Sóc Trăng và Châu Đốc là 3 trạm có tần suất xuất hiện hạn cao ở từng mức độ khô hạn. Các trạm này thuộc tỉnh Cần Thơ, Sóc Trăng và An Giang, là 3 tỉnh chuyên canh lúa. Trong đó, An Giang là một trong những tỉnh có sản lượng lúa lớn nhất vùng (chiếm 17,9% theo Cục Thống kê An Giang, 2010). Do đó, năng suất lúa bị tác động bởi sự biến đổi của các yếu tố thời tiết sẽ ảnh hưởng rất lớn đến đời sống và sản xuất của người dân trong tỉnh. Sự thay đổi các yếu tố này (mưa và nhiệt độ - như trình bày ở mục 3.1) có thể ảnh hưởng lớn đến năng suất cây trồng nói chung và cây lúa nói riêng.

Khi phần trăm diện tích lúa bị ảnh hưởng của

hạn khí tượng 6 tháng SPI 6 (1980–2012) tương ứng với bản đồ sử dụng đất năm 2010 được xem xét, các trạm ở mức khô hạn cao và diện tích lúa trong vùng hạn là: Cà Mau, Bạc Liêu, Sóc Trăng, Cần Thơ, Càng Long, Cao Lãnh, Ba Tri và Châu Đốc. Ứng với từng mức độ hạn thì diện tích lúa bị ảnh hưởng của từng trạm là khác nhau, cao nhất là tại Cao Lãnh (21,05%), và thấp nhất là tại Cà Mau (3,22%). Cụ thể là Bạc Liêu: 6,28%, Sóc Trăng: 7,57%, Cần Thơ: 9,1%, Càng Long: 6,14%, Ba Tri: 2,41% và Châu Đốc: 15,05%.

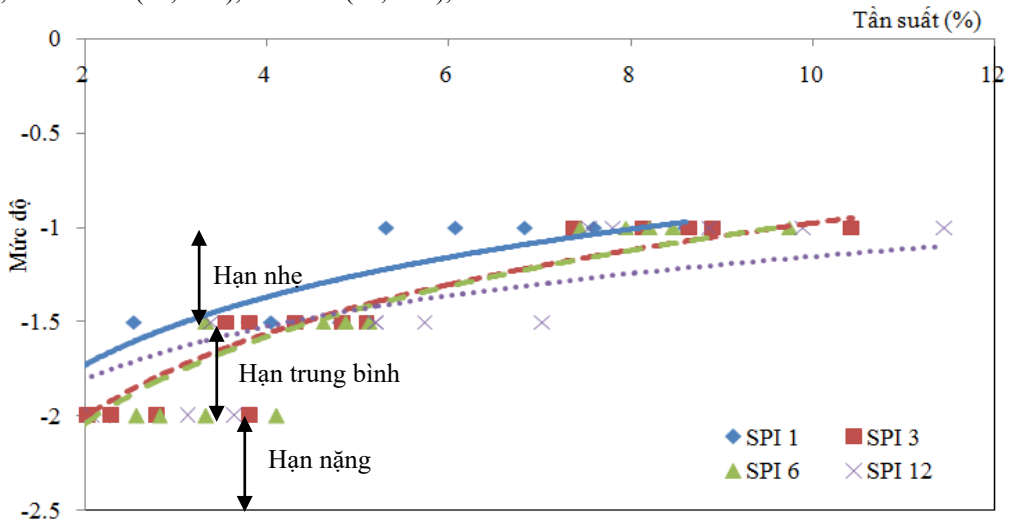
Kết quả tính toán SPI từ chuỗi số liệu 33 năm tương lai (2015–2047) sau khi đã hiệu chỉnh theo phương pháp hệ số sai khác delta ( $\Delta$ ) theo tháng. Khô hạn xuất hiện trong tương lai với mức độ và tần suất cao hơn so với giai đoạn 1980–2012 (Hình 6). Trong đó, trạm Châu Đốc ở giai đoạn 2015–2047 có số lần xuất hiện hạn thấp hơn giai đoạn 1980–2012, nhưng hạn nặng tăng 0,38%. Hình 6 thể hiện mối quan hệ giữa mức độ, thời gian và tần suất hạn giai đoạn 2015–20147. Nhìn chung, từng mức độ hạn có tần suất thay đổi cao hơn so với hiện tại (1980–2012). Ví dụ, hạn 3 tháng có tần suất là 2,29% ở mức độ hạn nặng. Kết quả của việc lập mối quan hệ này trong tương lai (cần xem xét thêm nhiều kịch bản BĐKH để thấy được mức độ không chắc chắn) có thể giúp các nhà quản lý thiết lập được các khung chương trình quản lý nguồn nước thích hợp cho nông nghiệp và nhu cầu nước ĐBSCL.



**Hình 5: Bản đồ phân vùng hạn (SPI 6) giai đoạn 1980–2012**

Kết quả phân vùng hạn ở ĐBSCL được dự đoán với chỉ số khô hạn ở tương lai (2015-2047), hạn 6 tháng có tần suất xuất hiện trên 15% bao gồm các trạm: Cà Mau (15,89%), Sóc Trăng (15,64%), Cần Thơ (17,17%), Ba Tri (17,17%);

Cao Lãnh (16,15%) và Châu Đốc (15,64%). Trong đó, Cần Thơ và Ba Tri là 2 trạm có tần suất hạn cao nhất. Tuy nhiên, so với giai đoạn 1980-2012, hạn ở trạm Cần Thơ giảm (4,88%), Ba Tri tăng (0,24%).



**Hình 6: Đường cong SDF (2015-2047)**

Nhìn chung, đối với hạn giai đoạn 2015-2047, tần suất xuất hiện hạn ở cả 3 mức độ không tăng nhưng từng mức độ hạn tăng hoặc giảm phụ thuộc vào thời gian hạn được xem xét. Dựa vào những số liệu trên có thể dự đoán, trong tương lai diện tích lúa có thể bị ảnh hưởng ít hay nhiều so với hiện tại ở từng khu vực phụ thuộc vào sự thay đổi của lượng mưa và nhiệt độ. Dựa vào bản đồ hạn tiềm năng này, các nhà quản lý có thể đưa ra những giải pháp thích hợp thích ứng cho từng vùng tương ứng với từng mức độ và khả năng xảy ra hạn.

#### 4 KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy tại ĐBSCL, sai lệch trung bình của lượng mưa trong giai đoạn 1980-2012 và nhiệt độ trong giai đoạn 2002-2012 mô phỏng so với số liệu thực đo lần lượt là +11,9% và +2,2°C. Trong những năm 2030 và 2040, nhiệt độ (2025-2035) và lượng mưa (2015-2047) có sự biến động theo cả 2 kịch bản A2 và B2. Kết quả tính toán SPI từ chuỗi số liệu 33 năm giai đoạn 1980-2012 và giai đoạn 2015-2047 cho thấy SPI có sự thay đổi theo không gian và thời gian. Ở đây, tần số xuất hiện hạn không tăng nhưng mức độ hạn (nặng, trung bình, nhẹ) có sự thay đổi. Dựa vào bản đồ hạn tiềm năng, đường cong SDF và bản đồ sử dụng đất, các nhà quản lý có thể đưa ra những giải pháp thích hợp thích ứng cho từng vùng tương ứng với từng mức độ và khả năng xảy ra hạn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and M. Smith, 1998. Crop evaporation. Guideline for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome, Italy.
2. Cục Thống kê tỉnh An Giang, 2010. Niên giám thống kê năm 2010. Nhà xuất bản Tổng cục Thống kê.
3. Hay, L. E., Wilby, R. L. and Leavesley, G. H., 2000. A comparison of delta change and downscaled GCM scenarios for three mountainous basins in the United States. Journal of the American Water Resources Association, 36 (2), 387-397.

4. IPCC, 2007. Fourth Assessment Report, Working Group II report. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Dasgupta Susmita, Benoit Laplante, Craig Meisner, David Wheeler, and Jianping Yan, 2007. The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis. World Bank Policy Research, Working Paper 4136, February 2007.
5. Kim CJ, Park MJ, and Lee JH., 2013. Analysis of climate change impacts on the spatial and frequency patterns of drought using a potential drought hazard mapping approach. International Journal of Climatology. Doi: 10.1002/joc.3666
6. Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D. and Vieth, T.L., 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. Trans ASABE 50(3), 885-900.
7. Trần Đăng Hồng, 2007. Ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu toàn cầu trên vùng Châu thổ ĐBSCL Việt Nam.
8. Trần Thực, 2011. Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
9. Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia. Một số kiến thức về hạn hán. Web: <http://www.nchmf.gov.vn/web/vi-VN/71/38/47/Default.aspx> Truy cập ngày 10/8/2013.
10. VKHKTTV-MT (Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường), 2010. Tài liệu hướng dẫn đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng. Nhà xuất bản Tài Nguyên - Môi Trường và Bản đồ Việt Nam.
11. Wu, H., and Wilhite, D.A., 2004. An operational agricultural drought risk assessment model for Nebraska. Natural Hazards, 33, 1-21.