

ĐÁNH GIÁ XU THẾ BIẾN ĐỔI CỦA NGÀY BẮT ĐẦU VÀ KẾT THÚC MÙA MƯA KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG BẰNG KIỂM ĐỊNH PHI THAM SỐ MANN-KENDALL

Phạm Thanh Long, Nguyễn Văn Tín
Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 12/8/2018; ngày chuyển phản biện 13/8/2018; ngày chấp nhận đăng 20/8/2018

Tóm tắt: Bài báo đánh giá xu thế biến đổi của ngày bắt đầu và kết thúc mùa mưa ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) sử dụng phương pháp kiểm định phi tham số Mann-Kendall và ước lượng xu thế Sen. Các kết quả được đánh giá dựa trên quá trình phân tích thống kê ở mức ý nghĩa $\alpha < 0,1$ (xác suất phạm sai lầm loại I là 10%). Kết quả cho thấy, ngày bắt đầu mùa mưa (NBĐMM) tại các trạm Rạch Giá và Cà Mau có xu hướng tăng với tốc độ tương ứng là: 5 ngày/thập kỷ và 4,4 ngày/thập kỷ. NBĐMM tại trạm Vị Thanh có xu hướng giảm khoảng 2,7 ngày/thập kỷ. Các trạm còn lại có xu hướng tăng hay giảm, tuy nhiên không đảm bảo mức tin cậy thống kê. Ngày kết thúc mùa mưa (NKTMM) có xu thế tăng tại trạm Ba Tri với tốc độ tăng khoảng 8,5 ngày/thập kỷ và Vĩnh Long tăng khoảng 4,7 ngày/thập kỷ, ngược lại NKTMM tại các trạm Cần Thơ có xu hướng giảm khoảng 4,7 ngày/thập kỷ và Cà Mau giảm khoảng 3,2 ngày/thập kỷ.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, xu thế, kiểm định Mann-Kendall, xu thế Sen.

1. Đặt vấn đề

Nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, khí hậu hàng năm ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có hai mùa rõ rệt: Mùa mưa và mùa khô, hai mùa này gần như trùng khớp với thời kỳ hoạt động của gió mùa Tây Nam và gió mùa Đông Bắc. Mùa mưa thường kéo dài từ tháng 5 đến tháng 11 hàng năm, với tỷ trọng lượng mưa chiếm khoảng từ 80% đến 90% tổng lượng mưa cả năm. Lượng mưa trung bình ở ĐBSCL dao động trong khoảng 1.200 - 2.400 mm/năm. Tỉnh có lượng mưa cao nhất là Cà Mau (khoảng 2.400 mm/năm), tỉnh có lượng mưa thấp nhất là An Giang (lượng mưa ở trạm Châu Đốc xấp xỉ 1.292 mm/năm). Trong các tháng mùa mưa, có khoảng 13 - 21 ngày mưa/tháng, trong mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4, số ngày có mưa trong tháng rất ít chỉ vào khoảng 0 - 6 ngày mưa.

Mùa mưa thường bắt đầu vào tháng 4 và tháng 5, kết thúc vào tháng 11, tuy nhiên có thể thấy rằng ngày bắt đầu và kết thúc mùa mưa là khác nhau giữa các khu vực ở ĐBSCL. Khu vực

có lượng mưa cao thường có ngày bắt đầu mùa mưa (NBĐMM) sớm và ngày kết thúc mùa mưa (NKTMM) muộn hơn như tại Kiên Giang, Cà Mau thường bắt đầu có mưa vào tháng 4, sớm hơn các tỉnh khác khoảng 15 - 20 ngày.

Do vậy, bài báo này nhằm mục đích đánh giá xu thế biến đổi của ngày bắt đầu và ngày kết thúc mùa mưa ở ĐBSCL, từ đó rút ra được xu thế đến sớm hay muộn của mùa mưa ở ĐBSCL. Ngoài ra, bài báo cũng sử dụng phương pháp đánh giá xu thế Sen [1, 4, 5] thay vì sử dụng phương trình hồi quy tuyến tính và kiểm định Mann-Kendall để đánh giá mức ý nghĩa thống kê [3].

2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu sử dụng

2.1. Phương pháp nghiên cứu

a) Kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kendall (M-K test)

Kiểm nghiệm Mann-Kendall so sánh độ lớn tương đối của các phần tử trong chuỗi dữ liệu, điều này có thể tránh được các giá trị cực đại hoặc cực tiểu cục bộ của chuỗi số liệu. Nếu giả thiết rằng có một dữ liệu theo chuỗi trình tự thời gian (x_1, x_2, \dots, x_n) với x_i biểu diễn số liệu tại thời điểm i tại mỗi một thời điểm thì mỗi giá

Liên hệ tác giả: Phạm Thanh Long
Email: phamthanhlong559@gmail.com

trị dữ liệu tại mỗi thời điểm được so sánh với các giá trị trên toàn chuỗi thời gian. Giá trị ban đầu của thống kê Mann-Kendall, S là 0 (nghĩa là không có xu thế). Nếu một dữ liệu ở một thời điểm sau lớn hơn giá trị của dữ liệu ở một thời điểm nào đó trước đấy, S được tăng thêm 1; và ngược lại. Xét chuỗi x_1, x_2, \dots, x_n biểu diễn n điểm dữ liệu trong đó x_j là giá trị dữ liệu tại thời điểm j . Khi đó chỉ số thống kê Mann-Kendall S [3] được tính bởi:

$$S = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \text{sign}(x_j - x_i)$$

Trong đó

$$\text{sign}(x_i - x_j) = \begin{cases} 1 & \text{khi } x_i - x_j > 0 \\ 0 & \text{khi } x_i - x_j = 0 \\ -1 & \text{khi } x_i - x_j < 0 \end{cases}$$

Giá trị $S > 0$ chỉ xu thế tăng, $S < 0$ chỉ xu thế giảm. Tuy nhiên cần phải tính toán xác suất đi kèm với S và n để xác định mức ý nghĩa của xu hướng. Phương sai của S được tính theo công thức:

$$\text{VAR}(S) = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^g t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right]$$

trong đó, g là số các nhóm có giá trị giống nhau, t_p là số phần tử thuộc nhóm thứ p .

Giá trị chuẩn Z của S tuân theo định luật phân phối chuẩn.

$$Z = \frac{S-1}{[\text{VAR}(S)]^{1/2}}, S > 0$$

$$Z = 0, S = 0$$

$$Z = \frac{S+1}{[\text{VAR}(S)]^{1/2}}, S < 0$$

Z có phân phối chuẩn $N(0,1)$ dùng để kiểm định chuỗi có xu thế hay không với mức ý nghĩa cho trước (trong nghiên cứu này dùng $\alpha = 0,1$).

b) Phương pháp xu thế Sen (Sen's slope)

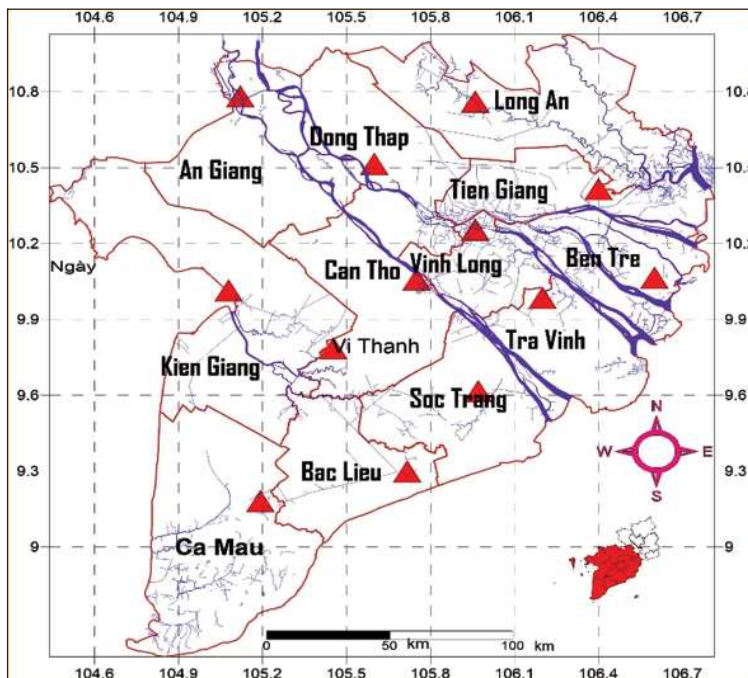
Để xác định độ lớn của xu thế chuỗi Q (độ dốc đường xu thế) ta dùng ước lượng Sen Q là median của chuỗi $n(n-1)/2$ phần tử

$$Q = \text{median} \left\{ \frac{x_j - x_i}{j - i} \right\} \text{ với } i=1,2,\dots,n-1; j>i.$$

$Q > 0$ chuỗi có xu thế tăng và ngược lại.

2.2. Số liệu sử dụng

Số liệu sử dụng trong bài báo là số liệu ngày bắt đầu và kết thúc mùa mưa tại 13 trạm ở ĐBSCL từ năm 1984-2016 (Hình 1).



Hình 1. Vị trí các trạm khí tượng ở đồng bằng sông Cửu Long

3. Kết quả và phân tích

Kết quả kiểm định Mann-Kendall xu thế biến

đổi của ngày bắt đầu mùa mưa (thứ tự ngày trong năm) được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả kiểm định Mann-Kendall của NBĐMM

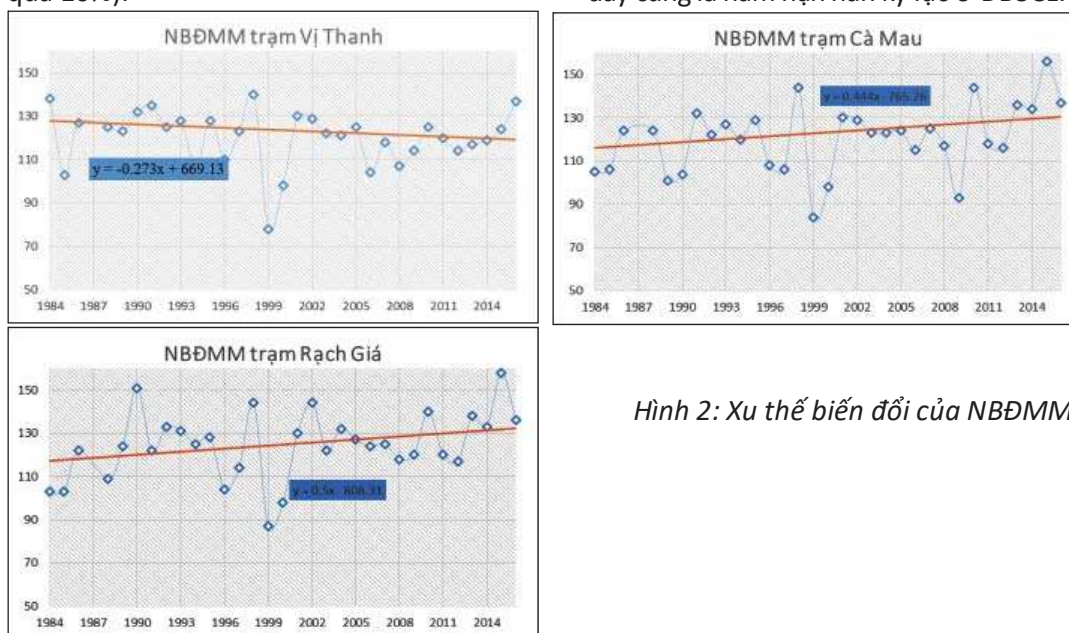
Trạm	Minimum	Maximum	Mean	SD	M-K (S)	Var(S)	P_value	Sen'slop
Mộc Hóa	88	163	128,3	17,65	38	67,34	0,291	0,16
Cao Lãnh	88	156	128,3	14,66	10	67,39	0,447	0,0476
Mỹ Tho	89	161	131	16,9	15	64,4	0,41	0,04
Ba Tri	103	163	132	14	8	67	0,5	0
Càng Long	93	163	129,4	11,83	-12	61,39	0,429	0
Vị Thanh	78	140	120,7	12,78	-100	67,35	0,071	-0,27
Cần Thơ	94	160	129,2	14,63	13	67,38	0,429	0,04
Vĩnh Long	88	161	127,8	127,5	16,63	6	0,47	0
Sóc Trăng	93	157	125,7	126	13,44	83	0,112	0,267
Châu Đốc	86	164	128	128	16,9	56	0,21	0,24
Cà Mau	84	156	121,5	123,5	16,19	101	0,0688	0,444
Rạch Giá	87	158	125	125	15	119	0	0,5
Bạc Liêu	93	163	127,1	126,5	14,26	26	0,355	0,107

Chú thích: SD - Độ lệch chuẩn; Sen'slop - Độ dốc đường xu thế; p.value - Mức ý nghĩa

Kết quả kiểm định Mann-Kendall (M-K test) xu thế biến đổi của NBĐMM (Bảng 1) cho thấy, M-K test cho giá trị $S > 0$ ở 11/13 trạm, và $S < 0$ ở 2/13 trạm, như vậy có thể thấy NBĐMM ở ĐBSCL hầu hết các trạm có xu hướng đến muộn hơn. Tuy nhiên, xét về mặt ý nghĩa thống kê, M-K test chỉ có ý nghĩa thống kê ($\alpha = 0,1$) với xu thế của NBĐMM tại các trạm Vị Thanh, Rạch Giá và Cà Mau, các trạm còn lại M-K test không thỏa mãn mức ý nghĩa $\alpha = 0,1$ (xác suất phạm sai lầm không quá 10%).

Như vậy, với mức ý nghĩa $\alpha = 0,1$, NBĐMM có xu hướng đến muộn hơn, ngược lại NBĐMM tại trạm Vị Thanh có xu hướng xu hướng đến sớm hơn.

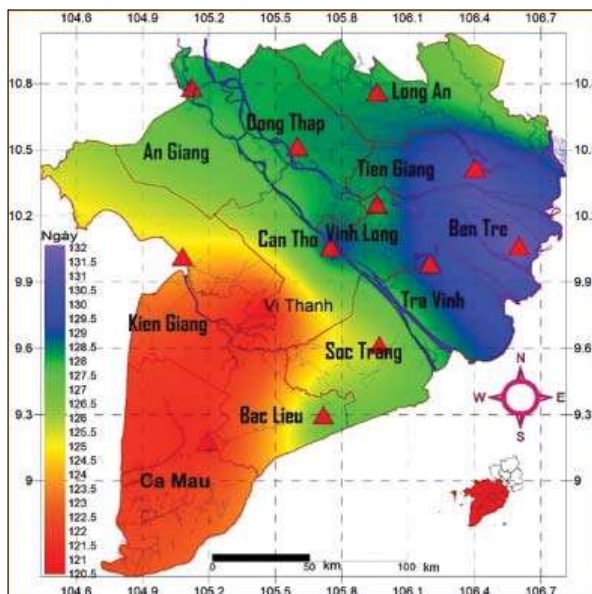
Bảng 1 cho thấy NBĐMM sớm nhất tại trạm Vị Thanh là ngày thứ 78 (ngày 20/3/1999), Cà Mau là ngày thứ 84 (ngày 26/3/1999). Thời gian bắt đầu mùa mưa muộn nhất ghi nhận tại Châu Đốc là ngày thứ 164 (ngày 14/6/2015), Bạc Liêu, Mộc Hóa, Ba Tri xuất hiện vào ngày thứ 163 (ngày 13/6/2015), đây cũng là năm hạn hán kỷ lục ở ĐBSCL.



Hình 2: Xu thế biến đổi của NBĐMM

Hình 2 cho thấy xu thế biến đổi của NBĐMM tại các trạm Vị Thanh, Rạch Giá và Cà Mau, các trạm Rạch Giá và Cà Mau có xu hướng đến sớm hơn với

tốc độ tương ứng là: 5 ngày/thập kỷ và 4,4 ngày/thập kỷ. NBĐMM tại trạm Vị Thanh có xu hướng đến muộn hơn khoảng 2,7 ngày/thập kỷ.



Hình 3. Phân bố NBĐMM trung bình giai đoạn 1984-2016 ở ĐBSCL

NBĐMM trung bình nhiều năm giai đoạn 1984-2016 ở ĐBSCL thể hiện trên Hình 3 cho thấy khu vực các tỉnh Cà Mau, Kiên Giang, Hậu Giang, NBĐMM thường đến sớm hơn (khoảng

đầu tháng IV). Khu vực các tỉnh ven biển phía Đông thuộc Bến Tre, Trà Vinh, Tiền Giang có NBĐMM đến muộn hơn khoảng 10 ngày so với khu vực phía bán đảo Cà Mau.

Bảng 2. Kết quả kiểm định Mann-Kendall của NKTMM

Trạm	Minimum	Maximum	Mean	Median	SD	M-K (S)	P-value	Sen'Slope
Mộc Hóa	314	363	335,3	331	12,75	63	0,168	0,243
Cao Lãnh	309	358	335,2	333	12,69	11	0,438	0,0227
Mỹ Tho	297	364	334,8	338	19,58	-56	0,186	-0,393
Ba Tri	291	355	317,7	316	15,87	174	0,0036	0,852
Càng Long	298	355	330,5	331	15,18	-23	0,354	-0,1
Vị Thanh	296	355	323,7	323	13,54	66	0,157	0,25
Cần Thơ	311	360	337,8	337	14,26	-117	0,036	-0,478
Vinh Long	300	355	327,2	327	11,91	142	0,0143	0,474
Sóc Trăng	293	357	331,5	333	15,2	-36	0,294	-0,16
Châu Đốc	300	359	333,8	333	13,94	10	0,444	0,0596
Cà Mau	317	364	343,5	346	13,07	-82	0,104	-0,327
Rạch Giá	311	360	336,8	334	12,33	77	0,119	0,189
Bạc Liêu	292	362	336,1	335	16,12	-40	0,272	-0,182

Chú thích: SD - Độ lệch chuẩn; Sen'slop - Độ dốc đường xu thế; p.value - Mức ý nghĩa

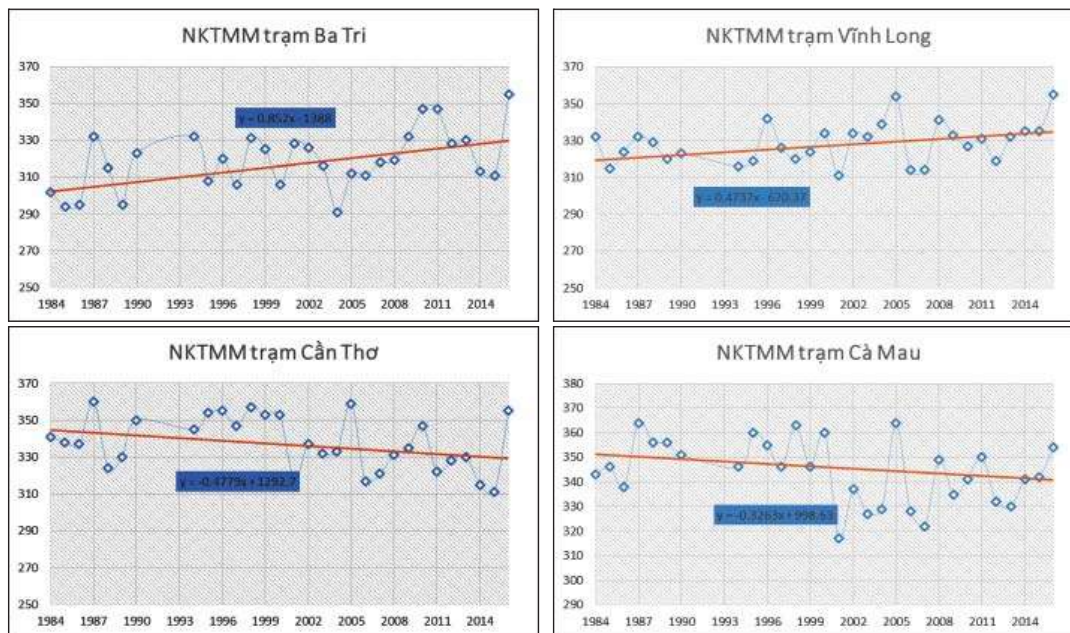
Bảng 2 cho thấy kết quả kiểm định Mann-Kendall (M-K test) xu thế biến đổi của NKTMM, M-K test cho giá trị S >0 ở 7/13 trạm, và S<0 ở 6/13 trạm, điều này chứng tỏ NKTMM xu hướng

đến sớm hay muộn tùy thuộc vào các trạm khác nhau. Tuy nhiên, xét về mặt ý nghĩa thống kê, M-K test chỉ có ý nghĩa thống kê ($\alpha=0,1$) với xu thế của NKTMM tại các trạm Ba Tri (tỉnh Bến

Tre), Cần Thơ, Vĩnh Long và Cà Mau, các trạm khác M-K test không thỏa mãn mức ý nghĩa $\alpha = 0,1$ (xác suất phạm sai lầm không quá 10%).

Như vậy, với mức ý nghĩa $\alpha = 0,1$,

NKTMM có xu hướng kết thúc muộn hơn tại Ba Tri và Vĩnh Long, ngược lại NKTMM tại Cần Thơ và Cà Mau có xu hướng kết thúc sớm hơn.

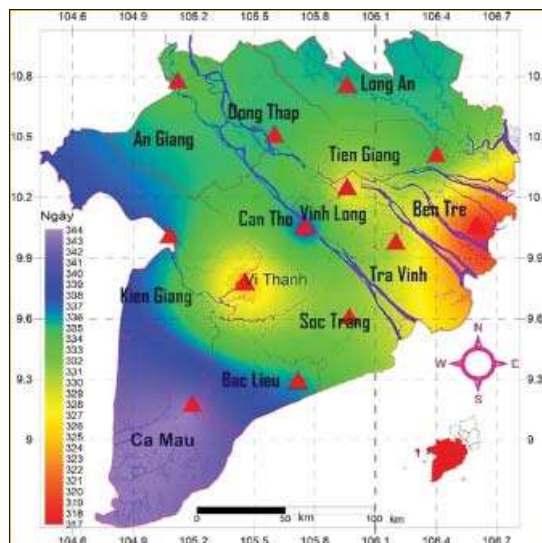


Hình 4. Xu thế biến đổi của NKTMM

Hình 4 thể hiện xu thế biến đổi (xu thế Sen) của NKTMM, kết quả cho thấy, xu thế NKTMM muộn hơn tại Ba Tri với tốc độ khoảng 8,5 ngày/thập kỷ và Vĩnh Long khoảng 4,7 ngày/thập kỷ, ngược lại, NKTMM tại các trạm Cần Thơ có xu hướng đến sớm hơn khoảng 4,7 ngày/thập kỷ và Cà Mau khoảng 3,2 ngày/thập kỷ.

Thời gian kết thúc mùa mưa sớm nhất ở

ĐBSCL là tại trạm Ba Tri kết thúc vào ngày thứ 291 (ngày 18/10/2004), Bạc Liêu ngày thứ 292 (ngày 19/10/2004) và Sóc Trăng ngày thứ 293 (ngày 20/10/2004). NKTMM muộn nhất ghi nhận ở ĐBSCL là ngày thứ 364 tại Cà Mau (ngày 30/12/1998), Mỹ Tho (ngày 30/12/2000) và trạm Mộc Hóa (30/12/2002) là ngày thứ 363.



Hình 5. Phân bố NKTMM trung bình giai đoạn 1984-2016 ở ĐBSCL

Về mặt phân bố không gian của NKTMM trung bình giai đoạn 1984-2016 ở ĐBSCL (Hình 5), có thể thấy khu vực bán đảo Cà Mau thuộc các tỉnh Cà Mau, Kiên Giang có NKTMM muộn nhất khu vực ĐBSCL khoảng ngày thứ 340 trong năm (tức là khoảng tuần đầu của tháng 12), các tỉnh Bến Tre, Trà Vinh, Tiền Giang NKTMM đến sớm hơn các tỉnh khác thuộc ĐBSCL khoảng ngày thứ 315 trong năm (khoảng tuần 2 của tháng 11 trong năm).

Kết luận

Bài báo đã đánh giá xu thế biến đổi của ngày bắt đầu và ngày kết thúc mùa mưa ở ĐBSCL giai đoạn 1984-2016, dùng phương pháp Mann-Kendall và ước lượng xu thế Sen. Kết quả cho thấy, NBĐMM tại các trạm Rạch Giá và Cà Mau có xu hướng đến sớm với tốc độ tương ứng là: 5 ngày/thập kỷ và 4,4 ngày/thập kỷ. NBĐMM, tại trạm Vị Thanh có xu hướng đến muộn khoảng 2,7 ngày/thập kỷ. Các trạm còn lại không đảm bảo mức tin cậy thống kê để đánh giá xu thế.

Về phân bố NBĐMM trung bình nhiều năm

giai đoạn 1984-2016 ở ĐBSCL, khu vực các tỉnh Cà Mau, Kiên Giang, Hậu Giang NBĐMM thường đến sớm hơn (khoảng đầu tháng 6). Khu vực các tỉnh ven biển phía Đông thuộc Bến Tre, Trà Vinh, Tiền Giang có NBĐMM đến muộn hơn khoảng 10 ngày so với khu vực phía bán đảo Cà Mau.

NKTMM có xu thế đến muộn hơn tại Ba Tri với tốc độ khoảng 8,5 ngày/thập kỷ và Vĩnh Long khoảng 4,7 ngày/thập kỷ, ngược lại NKTMM tại các trạm Cần Thơ có xu hướng đến sớm hơn khoảng 4,7 ngày/thập kỷ và Cà Mau khoảng 3,2 ngày/thập kỷ. Các trạm còn lại có xu hướng khác nhau, tuy nhiên không đảm bảo mức tin cậy thống kê. Về mặt phân bố không gian của NKTMM trung bình giai đoạn 1984-2016 ở ĐBSCL, khu vực bán đảo Cà Mau thuộc các tỉnh Cà Mau, Kiên Giang có NKTMM muộn nhất ĐBSCL khoảng ngày thứ 340 trong năm (tức là khoảng tuần đầu của tháng 12), khu vực các tỉnh Bến Tre, Trà Vinh, Tiền Giang NKTMM đến sớm hơn các tỉnh khác thuộc ĐBSCL khoảng ngày thứ 315 trong năm (khoảng tuần thứ 2 của tháng 11 trong năm).

Tài liệu tham khảo

1. Ngô Đức Thành, Phan Văn Tân (2012), *Kiểm nghiệm phi tham số xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng giai đoạn 1961-2007*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
2. Hamed, K.H., Rao, A.R. A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data (1998), *Journal of Hydrology*, 204: 182-196.
3. Kendall, M.G. (1975), *Rank Correlation Methods*, Charles Griffin, London, 272 pp.
4. Sen, P.K. (1968), *Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau*, *Journal of the American Statistical Association*, 63(324), 1379-1389.
5. Sen, P.K. (1968), *Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau*. *Journal of the American Statistical Association*, (63):1379-1389.

NON-PARAMETRIC MANN-KENDALL TEST FOR TREND DETECTION OF THE START AND END OF RAINY SEASON IN MEKONG DELTA

Pham Thanh Long, Nguyen Van Tin

Sub-Institute of Hydro Meteorology and Climate Change

Received: 12/8/2018; Accepted 20/8/2018

Abstract: *This paper detects trend of the change of the beginning time and ending time of rainy season in Mekong delta using non-parametric Mann-Kendall test and Sen's slope method.*

The results show that the rainy season at Rach Gia and Ca Mau stations tended to be later: 5 days/decade and 4.4 days/decade, respectively while this number is about 2.7 days/decade at Vi Thanh station. The change of start of rainy season in other stations shows an unclear trend. The ending time of the rainy season tended to be later at Ba Tri station (about 8.5 days/decade) and Vinh Long (about 4.7 days/decade), whereas the ending time of the rainy season in Can Tho and Ca Mau stations tended to be sooner about 4.7 days/decade and 3.2 days/decade respectively.

Keywords: *Climate change, trend, Mann-Kendall, Sen.*