

Bài báo khoa học

## Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tình hình ngập lụt hạ lưu sông Trà Khúc tỉnh Quảng Ngãi

Nguyễn Anh Nam<sup>1</sup>, Trần Ngọc Anh<sup>2,3\*</sup>, Đỗ Đình Chiến<sup>4</sup>, Ngô Quang Tài<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Quốc gia; anhnam95@gmail.com

<sup>2</sup> Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN; tranngocanh@hus.edu.vn

<sup>3</sup> Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN;

<sup>4</sup> Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu; chiendd@gmail.com

<sup>5</sup> Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Bắc; ngotai87@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: tranngocanh@hus.edu.vn; Tel.: +84-915051515

Ban Biên tập nhận bài: 10/7/2022; Ngày phản biện xong: 21/8/2022; Ngày đăng bài: 25/8/2022

**Tóm tắt:** Ngập lụt là một trong các loại hình thiên tai nguy hiểm, thường xuyên xảy ra tại Việt Nam, đã gây ra nhiều thiệt hại về người và tài sản. Đặc biệt, dưới sự tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH), mức độ ngập lụt có thể xảy ra ngày càng nghiêm trọng hơn. Do đó, việc đánh giá tác động của BĐKH đến tình hình ngập lụt là nhiệm vụ quan trọng, từ đó đề xuất biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu. Nghiên cứu lựa chọn bộ công cụ MIKE11, MIKE21 và MIKE FLOOD thực hiện mô phỏng, tính toán và đánh giá tác động của BĐKH đến tình hình ngập lụt khu vực hạ lưu sông Trà Khúc tỉnh Quảng Ngãi. Nghiên cứu thực hiện mô phỏng, tính toán diện tích và độ sâu ngập lụt cho trận lũ ứng với tần suất 1% của giai đoạn cơ sở 1986–2005 và các giai đoạn 2046–2065 và 2080–2099 theo 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 có thể thấy diện tích và độ sâu ngập các giai đoạn của kịch bản tương lai đều lớn hơn giai đoạn cơ sở, nhất là giai đoạn cuối thế kỷ.

**Từ khóa:** Ngập lụt; Biến đổi khí hậu; Kịch bản biến đổi khí hậu Bộ.

### 1. Mở đầu

Tình hình biến đổi khí hậu (BĐKH) đang diễn ra hết sức phức tạp và trong số các nước chịu tác động mạnh của BĐKH có Việt Nam [1]. Đặc biệt, dưới sự tác động, ảnh hưởng của thiên tai và BĐKH, mức độ ngập lụt có xu hướng xảy ra nguy hiểm hơn. Do đó, việc đánh giá tác động của BĐKH đến tình hình ngập lụt ở hạ lưu một hệ thống sông là nhiệm vụ cấp thiết cho sự phát triển toàn diện là hết sức cần thiết, là cơ sở giúp những người quản trị, quy hoạch đề xuất giải pháp thích hợp nhằm thích ứng, ứng phó, giảm thiểu thiệt hại của BĐKH [2].

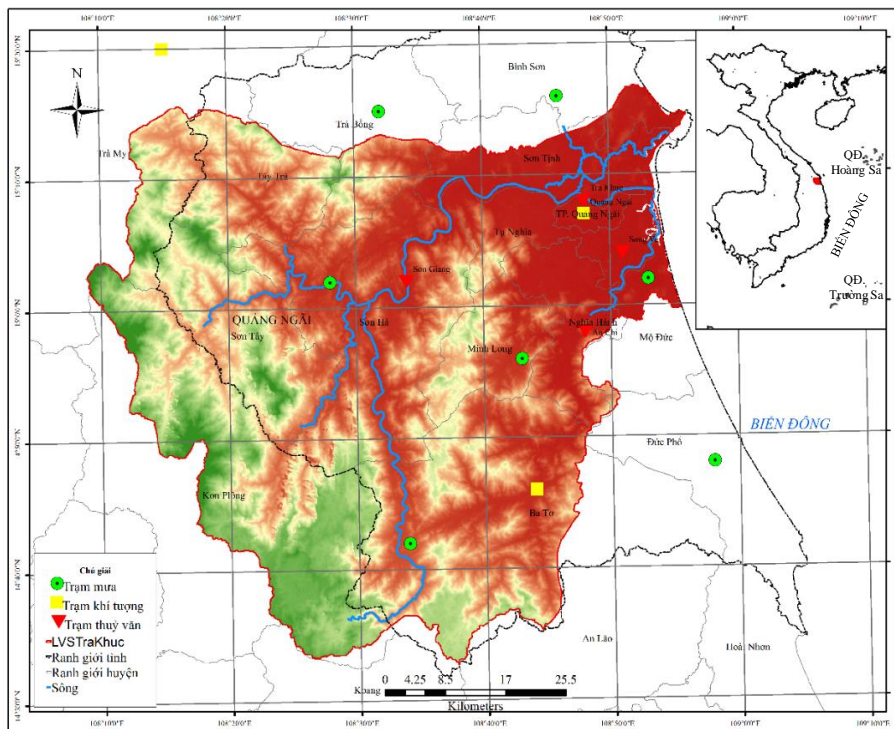
Những đề tài đã thực hiện tính toán ngập lụt tại lưu vực sông Trà Khúc tỉnh Quảng Ngãi, trong đó tập trung thiết lập mô hình mô phỏng và dự báo lũ, ngập lụt với các số liệu cập nhật. Các tác động BĐKH đến tài nguyên nước nói chung và tình hình lũ, ngập lụt cũng đã được đề cập đến [3]. Tuy nhiên chưa có sự kiểm định tại những đề tài đã thực hiện trước đó với các trận lũ lớn xảy ra gần đây cũng như chưa cập nhật kịch bản mới công bố năm 2020 của Bộ Tài nguyên và Môi trường. Dù đã có nhiều công cụ mô hình khác nhau được sử dụng để mô phỏng và dự báo lũ, ngập lụt như MARINE, HEC-RAS, Delft3D, Telemac, SWAT,...

[4] nhưng MIKE FLOOD là mô hình khá phổ biến hiện nay và cho thấy nhiều ưu việt về độ tin cậy, tốc độ tính toán, phù hợp với kỹ thuật viên và vì thế được lựa chọn trong nghiên cứu này để mô phỏng và đánh giá tác động của BĐKH theo các kịch bản mới nhất của Bộ TNMT đến tình hình ngập lụt lưu vực sông Trà Khúc [5].

## 2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

### 2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Khu vực tỉnh Quảng Ngãi bao trùm phần lớn diện tích lưu vực sông Trà Khúc, chỉ có một số nhánh nhỏ nằm trên khu vực tỉnh Kon Tum với tổng diện tích là 3240 km<sup>2</sup>, chiều dài lòng dẫn chính khoảng 135 km, thượng nguồn là núi Đắc Tơ Rôn thuộc huyện KonPlong và kết thúc tại Biển Đông ở Cửa Đại thuộc thành phố Hội An [6].



**Hình 1.** Vị trí địa lý lưu vực sông Trà Khúc.

Địa bàn lưu vực sông có nhiều đồi núi, thuộc sườn đông của dãy Trường Sơn Nam. Hơn 75% lưu vực là vùng đồi núi, những nơi có bề mặt dốc 25° chiếm 2/3 diện tích lưu vực nên các dòng sông có độ dốc lớn với khả năng chia cắt, xâm thực rất lớn. Hướng dốc lưu vực về phía Tây Nam–Đông Bắc [7].

Khí hậu lưu vực sông Trà Khúc thuộc vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa nội chí tuyến và có 2 mùa rõ rệt: mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 12, mùa khô từ tháng 1 đến tháng 8. Nền nhiệt độ cao, trung bình năm khoảng 24–26°C, tổng lượng mưa năm vào loại trung bình: 2000–3500 mm với lượng bốc hơi trung bình năm vào khoảng 800–900 mm [1].

Lưu vực sông Trà Khúc có mật độ lưới sông 0,39 km/km<sup>2</sup>. Sông Trà Khúc có dạng cành cây với 9 phụ lưu cấp I, 5 phụ lưu cấp II, 5 phụ lưu cấp III và 2 phụ lưu cấp IV. Lưu vực sông Trà Khúc có mạng lưới các trạm đo đạc được tổ chức rất sớm. Trên lưu vực sông Trà Khúc gồm 1 trạm khí tượng: Quảng Ngãi; 2 trạm thủy văn: Sơn Giang và Trà Khúc; 10 trạm đo mưa: Giá Vực, Sơn Giang, Trà Khúc, Sơn Hà, Ba Tư, An Chi, Minh Long, Mộ Đức, Đức Phổ. Phân bố lưới trạm quan trắc KTTV không đều, chủ yếu ở những sông nhỏ [8].

Ngập lụt ở hạ lưu sông Trà Khúc thuộc tỉnh Quảng Ngãi có thể xảy ra một trong các hình thái ngập lụt: ngập lụt cho mưa lớn nội đồng, nước không tiêu thoát tự chảy ra sông; ngập lụt

do lũ lớn từ thượng nguồn, lòng sông không tiêu thoát được lũ lớn từ thượng nguồn dồn về, nước lũ dâng cao tràn đê chảy vào vùng trũng ở hai bên sông; ngập lụt do triều cường và nước biển dâng trong các điều kiện trực quan; và kết hợp giữa các hình thái nêu trên [9].

Lưu vực sông Trà Khúc trong quá khứ đã xảy ra tình trạng ngập lụt do một số trận lũ lịch sử như trận lũ năm 1999 và trận lũ năm 2020 [10]. Trong đó, trận lũ năm 1999 xảy ra từ ngày 2/12/1999 đến ngày 7/12/1999 đã gây ngập 18.498 ha, gây thiệt hại nghiêm trọng về người và tài sản. Trận lũ năm 2020 xảy ra từ ngày 28/12/2020 đến ngày 2/11/2020 gây tổng thiệt hại nặng về tài sản, ước tính tổng thiệt hại khoảng 4.850 tỷ đồng.

### 2.2. Thu thập và xử lý dữ liệu

Nghiên cứu lựa chọn sử dụng các nguồn số liệu đầu vào như sau:

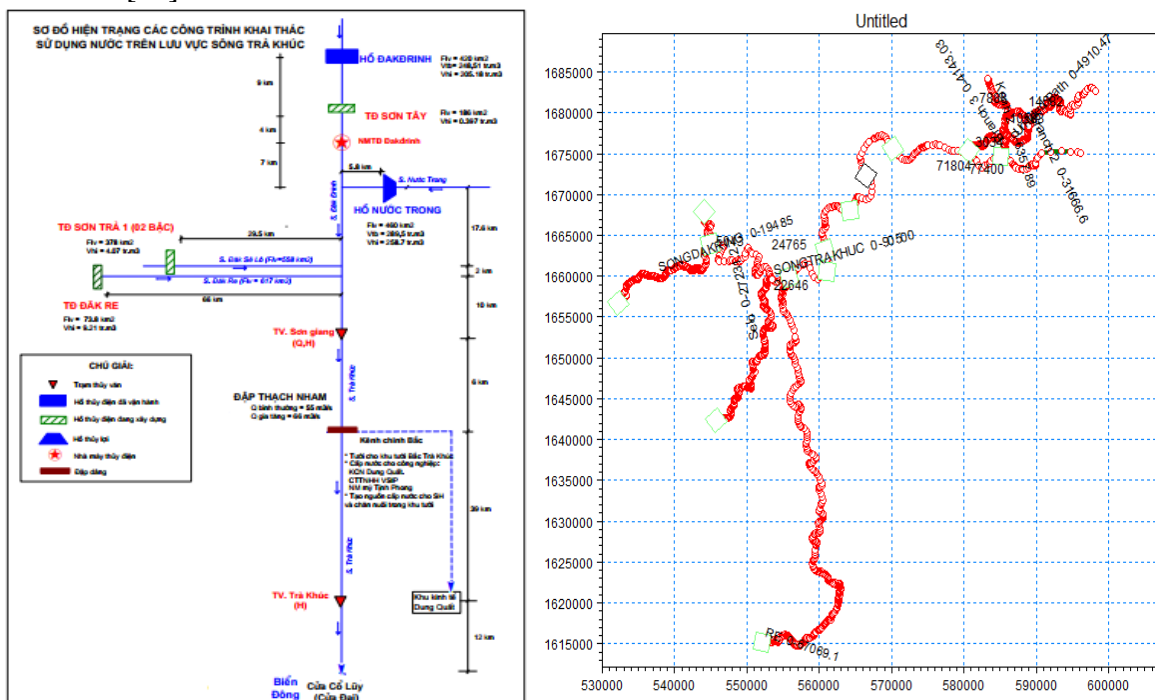
- Bản đồ DEM 90m để phân chia lưu vực bộ phận được thu thập từ được thu thập từ trang web của Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) [11].
- Số liệu mạng lưới sông và địa hình lòng sông được thu thập từ Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN [3].
- Số liệu khí tượng thủy văn (mưa, bốc hơi, lưu lượng, mực nước) được thu thập từ năm 1986 đến 2020 của 3 trạm khí tượng, 4 trạm thủy văn và 7 trạm đo mưa của Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Quốc gia [12].
- Các số liệu, tài liệu về các yếu tố khí hậu của khu vực hạ lưu sông Trà Khúc được lấy từ “Kịch bản BĐKH và nước biển dâng Việt Nam” do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2020 [4].

### 2.3. Thiết lập mô hình

Để tính toán ngập lụt cho hạ lưu sông Trà Khúc, nghiên cứu sử dụng bộ mô hình gồm: các mô đun MIKE NAM [13], MIKE11 [14], MIKE21FM [15] và kết nối MIKE FLOOD [16].

#### 2.3.1. Sơ đồ mạng lưới thủy lực và miền tính

Sơ đồ mạng lưới thủy lực sông Trà Khúc được thiết lập trong mô hình thủy lực 1 chiều MIKE11 [17] như Hình 2.



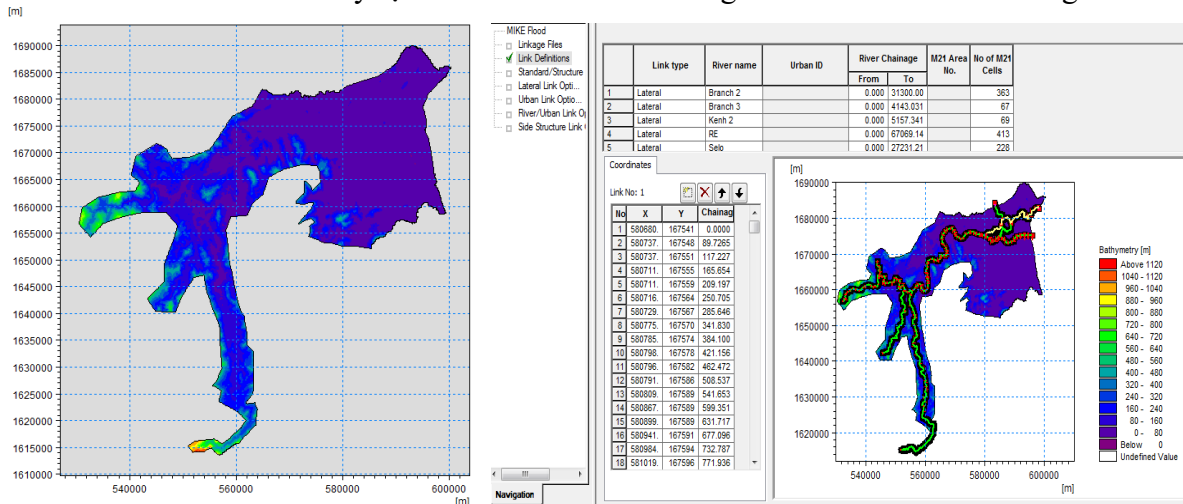
Hình 2. Sơ đồ thủy lực lưu vực sông Trà Khúc.

Miền tính cho mô hình thủy lực 1 chiều lưu vực sông Trà Khúc được giới hạn bởi biên trên gồm 4 biên:

- Hồ Nước Trong: sử dụng số liệu vận hành hồ chứa tại hồ Nước Trong.
- Hồ ĐăkRing: sử dụng số liệu vận hành hồ chứa tại hồ ĐăkRing.
- Đăk Rê: sử dụng số liệu lưu lượng tính toán từ MIKE NAM.
- Đăk Selo: sử dụng số liệu lưu lượng tính toán từ MIKE NAM.

Biên dưới: sử dụng mực nước triều tại của sông Trà Khúc.

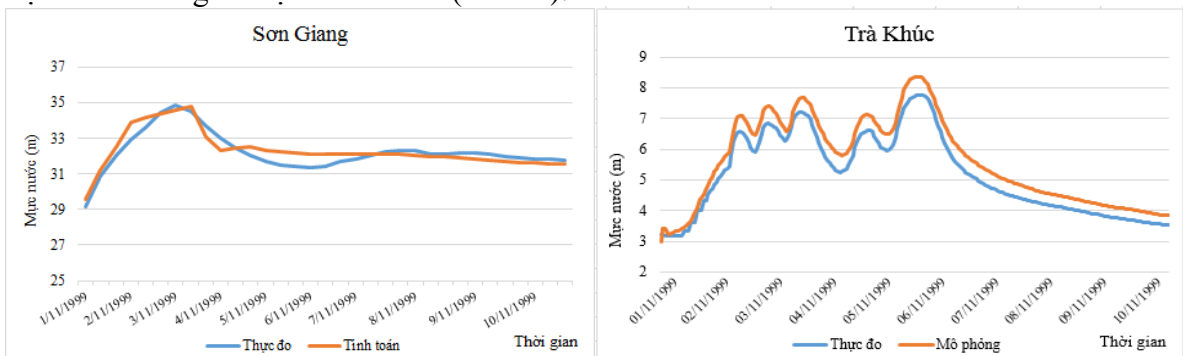
Miền tính mô hình thủy lực 2 chiều và kết nối trong MIKE FLOOD như trong Hình 3.



Hình 3. Miền tính mô hình thủy lực 2 chiều và kết nối trong MIKE FLOOD.

### 2.3.2. Hiệu chỉnh mô hình thủy lực

Trận lũ năm 1999 là trận lũ được coi là lịch sử trên khu vực nghiên cứu. Vì thế nghiên cứu lựa chọn trận lũ này để hiệu chỉnh mô hình thủy lực cho lưu vực sông Trà Khúc, thuộc tỉnh Quảng Ngãi [18]. Sử dụng số liệu lưu lượng 2 trạm Sơn Giang và Trà Khúc để hiệu chỉnh mô hình với các kết quả đánh giá hệ số Nash đạt giá trị là 0,84 và 0,89 tương ứng với trạm Sơn Giang và trạm Trà Khúc (Hình 4).



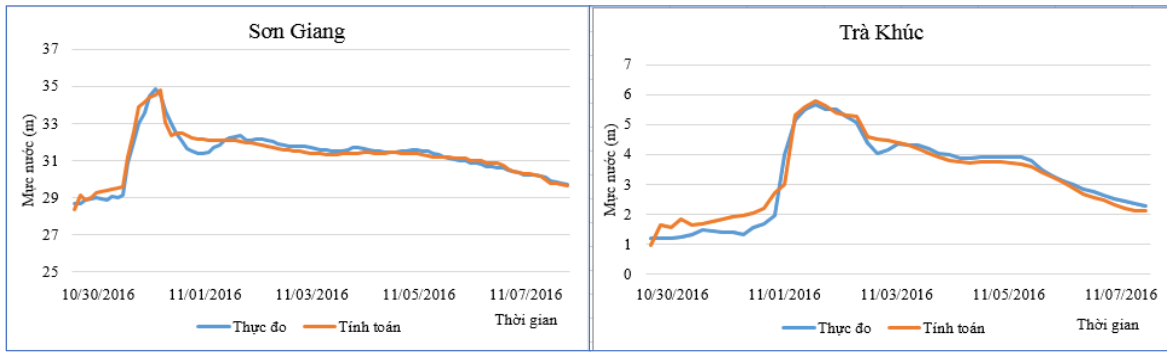
Hình 4. Đường quá trình mực nước trận lũ năm 1999 tại trạm Sơn Giang, Trà Khúc.

### 2.3.3. Kiểm định mô hình thủy lực

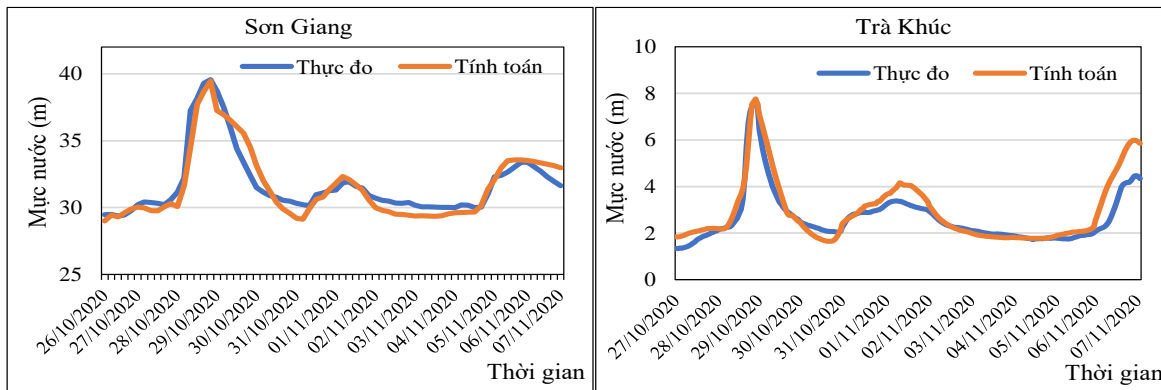
Để kiểm định cho mô hình nghiên cứu sử dụng hai trận lũ năm 2016 và năm 2020. Kết quả kiểm định mô hình cho 2 trận lũ như Bảng 1, Hình 5 và Hình 6.

Bảng 1. Kết quả kiểm định mô hình thủy lực lưu vực sông Trà Khúc.

Trận lũ	Nash		$\Delta H$ (m)	
	Sơn Giang	Trà Khúc	Sơn Giang	Trà Khúc
2016	0,83	0,85	0,29	0,16
2020	0,89	0,89	0,09	0,18



**Hình 5.** Đường quá trình mực nước trận lũ năm 2016 tại trạm Sơn Giang, Trà Khúc.



**Hình 6.** Đường quá trình mực nước trận lũ năm 2020 tại trạm Sơn Giang, Trà Khúc.

Kết quả tính toán sai số cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định đạt mức khá với chỉ số Nash biến đổi từ 0,83–0,89 và sai số đỉnh biến đổi từ 0,089–0,589. Từ đó có thể thấy chất lượng mô phỏng của mô hình cho các trận lũ 1999, 2016 và 2020 là khá tốt, bộ mô hình với các thông số thu được sau quá trình hiệu chỉnh, kiểm định được lựa chọn để tiến hành mô phỏng ngập lụt cho các kịch bản BĐKH của lưu vực sông Trà Khúc [19].

### 3. Kết quả vào thảo luận

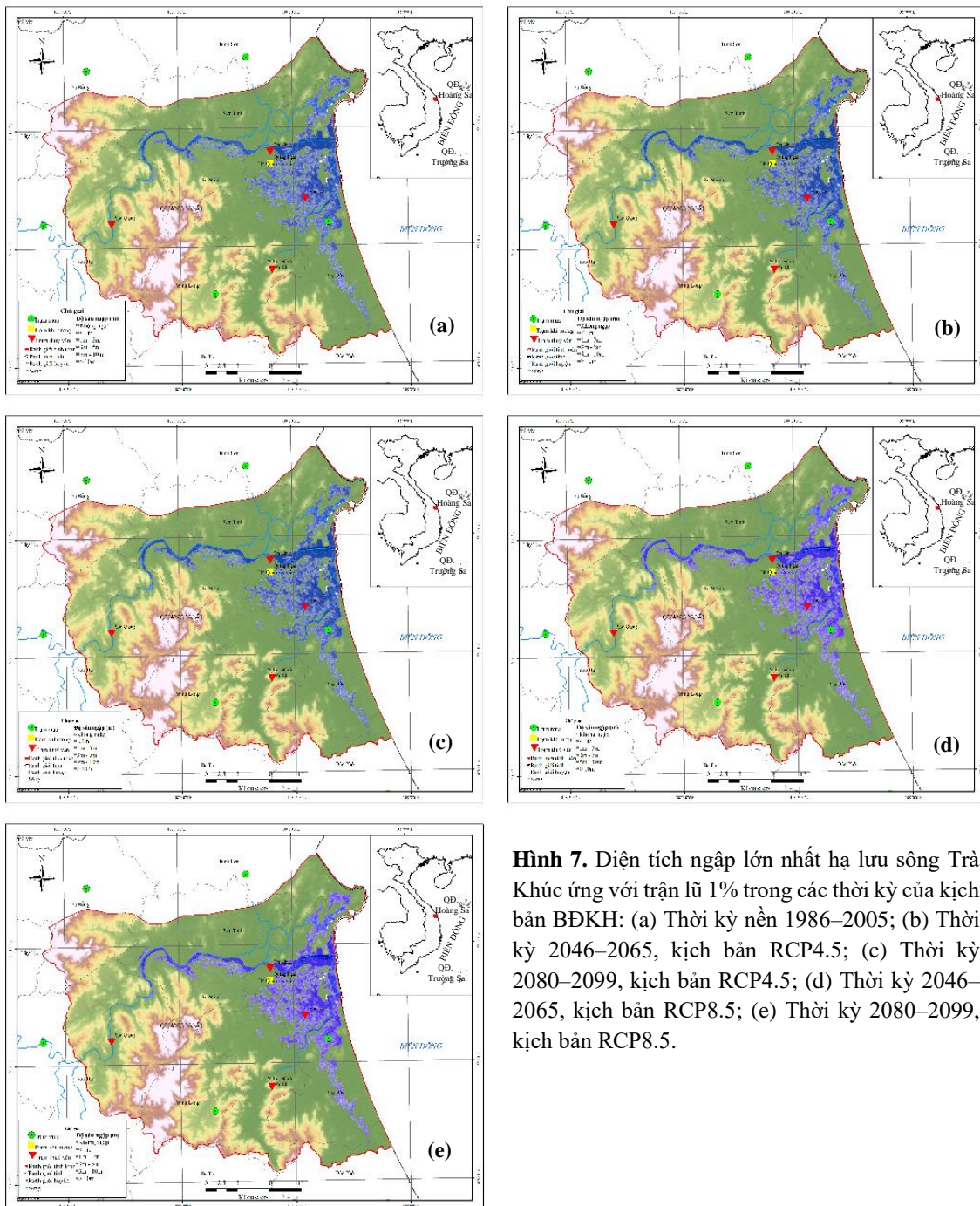
#### 3.1. Kết quả tính toán ngập lụt theo các kịch bản biến đổi khí hậu

Tính toán ngập lụt cho khu vực hạ lưu sông Trà Khúc theo các kịch bản BĐKH cho các trận lũ với tần suất 1%. Theo đó, 5 thời kỳ của kịch bản sẽ được tính toán theo lưu lượng các trận lũ tần suất 1% của thời kỳ nền, 2 thời kỳ 2046–2064, 2080–2099 cả 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Kết quả tính toán diện tích ngập hạ lưu sông Trà Khúc cho thời kỳ cơ sở và các thời kỳ của 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 được trình bày trong Bảng 2.

**Bảng 2.** Diện tích ngập theo các cấp độ sâu ngập thời kỳ cơ sở và các thời kỳ của kịch bản BĐKH.

Thời kỳ		TKN	2046–2065	2080–2099
Tổng diện tích ngập (ha)	Kịch bản RCP4.5	18057,69	18604,85	19832,29
	Kịch bản RCP8.5	18057,69	18642,16	19919,61
Diện tích ngập < 1m (ha)	Kịch bản RCP4.5	3744,2	3360,41	3500,07
	Kịch bản RCP8.5	3744,2	3366,45	3517,28
Diện tích ngập 1–3m (ha)	Kịch bản RCP4.5	7440,47	6889,63	7192,02
	Kịch bản RCP8.5	7440,47	6885,67	7184,08
Diện tích ngập 3–5m (ha)	Kịch bản RCP4.5	4304,02	4629,36	4920,92
	Kịch bản RCP8.5	4304,02	4638,28	4946,48
Diện tích ngập 5–10m (ha)	Kịch bản RCP4.5	2548,69	3494,28	3929,1
	Kịch bản RCP8.5	2548,69	3516,14	3968,28

Bản đồ nguy cơ ngập lớn nhất của các trận lũ trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH ứng với trận lũ tần suất 1% của hạ lưu sông Trà Khúc được trình bày như sau:



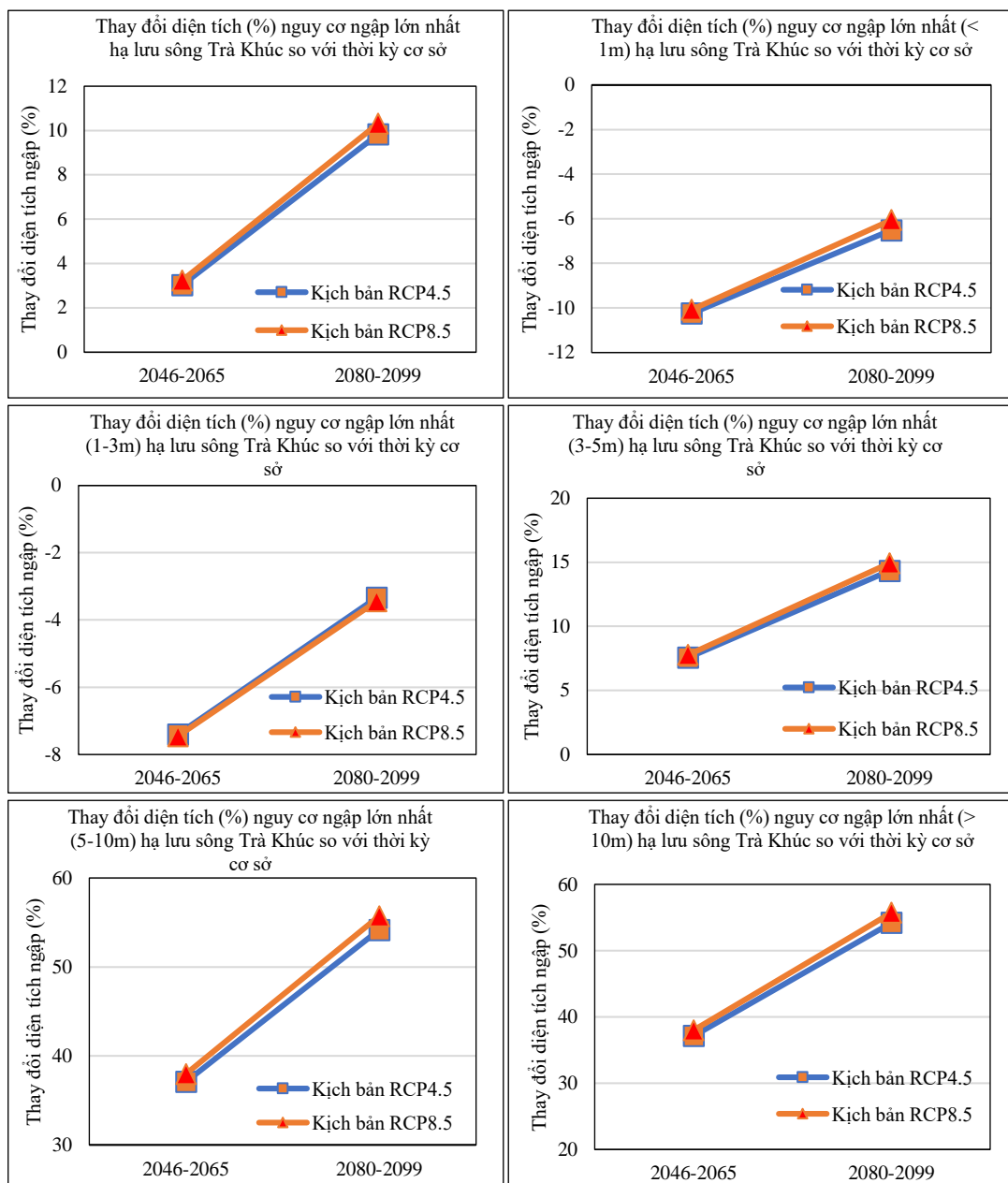
**Hình 7.** Diện tích ngập lớn nhất hạ lưu sông Trà Khúc ứng với trận lũ 1% trong các thời kỳ của kịch bản BĐKH: (a) Thời kỳ nền 1986–2005; (b) Thời kỳ 2046–2065, kịch bản RCP4.5; (c) Thời kỳ 2080–2099, kịch bản RCP4.5; (d) Thời kỳ 2046–2065, kịch bản RCP8.5; (e) Thời kỳ 2080–2099, kịch bản RCP8.5.

Kết quả tính toán cho thấy, diện tích ngập trong các thời kỳ tương lai của các kịch bản BĐKH tăng khá mạnh so với thời kỳ cơ sở. Trong đó, diện tích ngập trong kịch bản RCP8.5 tăng nhiều hơn so với kịch bản RCP4.5, đặc biệt trong thời kỳ 2080–2099 tăng rất mạnh so với thời kỳ cơ sở. Kết quả tính toán sự thay đổi của mức độ ngập của các kịch bản BĐKH được trình bày trong phần tiếp theo.

Diện tích ngập và phân cấp độ sâu ngập thay đổi với các cấp độ sâu ngập ở hạ lưu sông Trà Khúc trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH so với thời kỳ cơ sở được thể hiện trong Bảng 3, Bảng 4 và Hình 8.

**Bảng 3.** Thay đổi diện tích (ha) nguy cơ ngập lớn nhất hạ lưu sông Trà Khúc ứng với trận lũ 1% trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH so với thời kỳ cơ sở.

Thời kỳ		2046–2065	2080–2099
Tổng diện tích ngập (ha)	Kịch bản RCP4.5	547,16	1774,6
	Kịch bản RCP8.5	584,46	1861,92
Diện tích ngập < 1m (ha)	Kịch bản RCP4.5	-383,78	-244,13
	Kịch bản RCP8.5	-377,75	-226,91
Diện tích ngập 1–3m (ha)	Kịch bản RCP4.5	-550,84	-248,45
	Kịch bản RCP8.5	-554,8	-256,39
Diện tích ngập 3–5m (ha)	Kịch bản RCP4.5	325,33	616,9
	Kịch bản RCP8.5	334,26	642,45
Diện tích ngập 5–10m (ha)	Kịch bản RCP4.5	945,59	1380,41
	Kịch bản RCP8.5	967,46	1419,59
Diện tích ngập > 10m (ha)	Kịch bản RCP4.5	210,85	269,87
	Kịch bản RCP8.5	215,3	283,18



**Hình 8.** Thay đổi diện tích nguy cơ ngập lớn nhất hạ lưu sông Trà Khúc ứng với trận lũ 1% trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH so với thời kỳ cơ sở.

**Bảng 4.** Thay đổi diện tích (%) nguy cơ ngập lớn nhất hạ lưu sông Trà Khúc ứng với trận lũ 1% trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH so với thời kỳ cơ sở.

Thời kỳ		2046–2065	2080–2099
Tổng diện tích ngập (%)	Kịch bản RCP4.5	3,03	9,83
	Kịch bản RCP8.5	3,24	10,31
Diện tích ngập < 1m (%)	Kịch bản RCP4.5	-10,25	-6,52
	Kịch bản RCP8.5	-10,09	-6,06
Diện tích ngập 1–3m (%)	Kịch bản RCP4.5	-7,40	-3,34
	Kịch bản RCP8.5	-7,46	-3,45
Diện tích ngập 3–5m (%)	Kịch bản RCP4.5	7,56	14,33
	Kịch bản RCP8.5	7,76	14,93
Diện tích ngập 5–10m (%)	Kịch bản RCP4.5	37,10	54,16
	Kịch bản RCP8.5	37,96	55,70
Diện tích ngập > 10m (%)	Kịch bản RCP4.5	1037,67	1328,08
	Kịch bản RCP8.5	1059,55	1393,60

Theo kết quả tính toán, mức độ thay đổi diện tích ngập trong thời kỳ tương lai khá tương đồng giữa 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Trong đó, diện tích nguy cơ ngập < 1 m và 1–3 m có xu hướng giảm so với thời kỳ cơ sở, còn loại đều tăng nhất là thời kỳ 2080–2099. Mức độ ngập ở kịch bản RCP8.5 có sự tăng nhẹ so với kịch bản RCP4.5. Ở thời kỳ cuối, tổng diện tích ngập tăng so với thời kỳ cơ sở là 1774,6 ha tương ứng với 9,83% của kịch bản RCP4.5 và 1861,92 ha tương ứng với 10,31% của kịch bản RCP8.5.

#### 4. Kết luận

Biến đổi khí hậu có tác động tương đối nhiều đến tình hình ngập lụt tại khu vực hạ lưu sông Trà Khúc thuộc tỉnh Quảng Ngãi, diện tích ngập lụt có nguy cơ tăng mạnh, đặc biệt là tại thời kỳ cuối của thế kỷ 21. Tổng diện tích ngập lụt tại các thời kỳ của các kịch bản BĐKH đều tăng so với thời kỳ cơ sở. Trong đó, diện tích ngập của cấp độ sâu ngập < 1 m và 1–3 m có xu hướng giảm so với thời kỳ cơ sở. Diện tích ngập của cấp độ sâu ngập trên 10m tăng rất mạnh so với thời kỳ cơ sở ở cả 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5.

Các kết quả đánh giá tác động của BĐKH đến tình hình ngập lụt tại hạ lưu sông Trà Khúc là cơ sở quan trọng cho các nhà quản lý cũng như các nhà quy hoạch nắm rõ được tác động của BĐKH để có thể đưa ra được những giải pháp quản lý phù hợp nhằm giảm thiểu được những thiệt hại cho BĐKH gây ra.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.N.A., Đ.Đ.C.; Thu thập tài liệu: N.A.N., N.Q.T.; Viết bản thảo báo cáo: N.A.N; Chỉnh sửa báo cáo: T.N.A., Đ.Đ.C., N.A.N., N.Q.T.

**Lời cảm ơn:** Tác giả cung cấp thông tin cảm ơn cá nhân/ tổ chức, đề tài, dự án, nhiệm vụ chuyên môn.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### Tài liệu tham khảo

- Hiếu, B.Đ.; Hương, H.T.L.; Liễu, N.T.; Thịnh, Đ.Q. Nghiên cứu đánh giá rủi ro đến tài nguyên nước mặt do biến đổi khí hậu; áp dụng cho tỉnh Quảng Ngãi. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* 2020, 711, 1–13.
- Son, N.T.; Anh, T.N.; Khá, Đ.Đ.; Tiến, N.X.; Thìn, L.V. Thử nghiệm đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu đến ngập lụt khu vực hạ lưu sông Lam. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* 2014, 645, 13–20.



3. Chanh, B.V.; Anh, T.N. Tích hợp bộ mô hình dự báo thủy văn lưu vực sông Trà Khúc. *Tap chí Khoa học ĐHQGHN* **2016**, 32(3S), 20–25.
4. Cương, V.Đ. Ứng dụng ảnh viễn thám trong việc nâng cao độ chính xác của mô phỏng ngập lụt lưu vực sông Trà Khúc tỉnh Quảng Ngãi. *Tap chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi* **2017**, 41, 19–30.
5. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, Nhà xuất bản Tài nguyên – Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, 2020.
6. Quang, N.T.; Đạt, L.Đ. Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy lưu vực sông Trà Khúc. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2016**, 667, 15–20.
7. Chiến, P.V.; Linh, Đ.T.P.; Long, N.T.; Tuấn, N.M.; Khánh, N.V. Nghiên cứu xây dựng phương án dự báo lũ Tiểu mãn dựa vào hình thể thời tiết gây mưa lũ khu vực Trung Trung Bộ. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2021**, 721, 46–53.
8. Long, V.Đ. Nghiên cứu ứng dụng thử nghiệm mô hình TELEMAC 2D tính toán lũ và cảnh báo ngập lụt cho vùng hạ lưu sông Trà Khúc – Sông Vệ. Báo cáo tổng kết đề tài cơ sở, 2015.
9. Dũng, P.T. Nghiên cứu chế độ dòng chảy lũ và dự báo lũ cho trạm thủy văn Trà Khúc tỉnh Quảng Ngãi. Luận văn Thạc sỹ Trường Đại học Thủy lợi, 2010.
10. Thái, T.H.; Trí, Đ.Q.; Tuyên, T.Đ.T.; Tâm, N.T.; Dịu, B.T. Áp dụng mô hình MIKE SHE kết hợp sử dụng sản phẩm mưa dự báo IFS dự báo lưu lượng đến hồ lưu vực sông Trà Khúc – Vệ. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, 697, 1–12.
11. Trí, Đ.Q.; Nga, P.T. Nghiên cứu xây dựng bộ công cụ tích hợp dự báo lũ, cảnh báo ngập lụt cho 03 lưu vực sông: Thạch Hãn, Vu Gia – Thu Bồn và Trà Khúc – Vệ. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, 736, 93–110.
12. Hương, H.T.L.; Hiền, N.X.; Thủy, N.T.; Hằng, V.T.; Công, N.T. Đánh giá rủi ro thiên tai do lũ lụt khu vực Trung Trung Bộ. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2020**, 717, 13–26. [https://doi.org/10.36335/vnjhm.2020\(717\).1-10](https://doi.org/10.36335/vnjhm.2020(717).1-10).
13. Thục, T. Xây dựng công nghệ tính toán dự báo lũ lớn hệ thống sông Hồng – Thái Bình. Báo cáo tổng kết đề tài, Hà Nội, 2011.
14. DHI. MIKE 11 Reference Manual, DHI Software, 2011.
15. DHI. MIKE 21 Toolbox Reference Manual, DHI Software, 2011.
16. Anh, T.N. Xây dựng bản đồ ngập lụt hạ lưu các sông Bến Hải và Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị. *Tap Chí Khoa Học Đại Học Quốc Gia Hà Nội, Khoa Học Tự Nhiên và Công Nghệ* **2011**, 27, 1–8.
17. Hưng, N.Q.; Hương, H.T.L. Nghiên cứu đánh giá khả năng ứng dụng mô hình liên kết khí tượng thủy văn trong dự báo thủy văn. *Tap chí Khoa học biến đổi khí hậu* **2021**, 17, 1–11. <https://doi.org/10.15625/vap.2019000287>.
18. Thị, N.; Huyền, T. Ứng dụng ảnh viễn thám kết hợp mô hình thủy văn trong nghiên cứu dòng chảy lũ lưu vực sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi. *Bản B của Tap chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam* **2018**, 60, 44–49.
19. Anh, T.N. và cs. Đánh giá nguy cơ ngập lụt các khu vực trũng tỉnh Hưng Yên. *Tap chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* **2012**, 28(3S), 1–8.

## Assessing the impact of climate change on flooding in Tra Khuc river basin, Quang Ngai province

Nguyen Anh Nam<sup>1</sup>, Tran Ngoc Anh<sup>2,3\*</sup>, Do Dinh Chien<sup>4</sup>, Ngo Quang Tai<sup>5</sup>

<sup>1</sup> National Centre for Hydrometeorological Forecasting; anhnam95@gmail.com

<sup>2</sup> Faculty of Hydro–Meteorology & Oceanography, VNU University of Science; tranngocanh@hus.edu.vn

<sup>3</sup> Center for Hydrodynamics and Environment; tranngocanh@hus.edu.vn

<sup>4</sup> Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change; chiendd@gmail.com

<sup>5</sup> Northern division for water resources planning and investigation; ngotai87@gmail.com

**Abstract:** Flooding is one of the most dangerous types of natural disasters, frequently occurring in Vietnam, causing a lot of damage to people and properties. Especially, under the impact of climate change, the level of flooding may occur more and more seriously. Therefore, assessing the impact of climate change on the inundation situation is essential, as a basis to help managers and planners come up with appropriate solutions to adapt and minimize the damage of climate change. This paper uses the MIKE11, MIKE21 and MIKE FLOOD models to simulate, calculate and evaluate the impact of climate change on the flood situation in the downstream area of Tra Khuc river, Quang Ngai province. The research simulates, calculates the inundation area and depth for the flood corresponding to 1% frequency of the background period 1986–2005 and the periods 2016–2035, 2046–2065 and 2080–2099 according to two scenarios. versions RCP4.5 and RCP8.5. The results show that the level of flooding in future periods under climate change scenarios increases remarkably. In which, the inundation level under the RCP8.5 scenario increases more strongly than the RCP4.5 scenario of all periods, and increases the most in the period 2080–2099.

**Keyword:** Flood; Climate change; Climate change scenario.