

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

---

**Bùi Đức Hiếu**

**NGHIÊN CỨU AN NINH NƯỚC DƯỚI TÁC ĐỘNG**  
**CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**  
**- ÁP DỤNG CHO TỈNH QUẢNG NGÃI**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

**Hà Nội - 2021**

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

---

NGHIÊN CỨU AN NINH NƯỚC DƯỚI TÁC ĐỘNG  
CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU  
- ÁP DỤNG CHO TỈNH QUẢNG NGÃI

Ngành: Biến đổi khí hậu  
Mã số: 9440221

LUẬN ÁN TIẾN SĨ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Tác giả Luận án



Bùi Đức Hiếu

Giáo viên hướng dẫn 1



TS. Tạ Đình Thi

Giáo viên hướng dẫn 2



PGS.TS. Huỳnh Thị Lan Hương


Hà Nội - Năm 2021

## LỜI CAM ĐOAN

Nghiên cứu sinh cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tác giả, các kết quả nghiên cứu được trình bày trong Luận án là trung thực, khách quan và chưa từng bảo vệ ở bất kỳ học vị nào.

Nghiên cứu sinh cam đoan rằng mọi sự giúp đỡ cho việc thực hiện Luận án đã được cảm ơn, các thông tin trích dẫn trong luận án này đều được chỉ rõ nguồn gốc./.

**TÁC GIẢ**



**Bùi Đức Hiếu**

## LỜI CẢM ƠN

*Luận án này được thực hiện tại Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu dưới sự hướng dẫn khoa học của TS. Tạ Đình Thi và PGS.TS. Huỳnh Thị Lan Hương. Nghiên cứu sinh xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc nhất tới các thầy, cô đã giúp đỡ tác giả từ những định hướng khoa học ban đầu và tận tình hướng dẫn, giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi cho nghiên cứu sinh trong suốt quá trình thực hiện Luận án.*

*Nghiên cứu sinh trân trọng cảm ơn Lãnh đạo, cán bộ, giảng viên, các cơ quan, đơn vị, đặc biệt là Bộ môn Biến đổi khí hậu và Trung tâm Nghiên cứu Biến đổi khí hậu thuộc Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Cục Biến đổi khí hậu, Cục Quản lý tài nguyên nước, Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Ngãi đã giúp đỡ, hỗ trợ nghiên cứu sinh trong suốt quá trình thực hiện Luận án.*

*Nghiên cứu sinh chân thành cảm ơn Thứ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường Lê Công Thành, Lãnh đạo Văn phòng, Lãnh đạo Phòng Tổng hợp, Lãnh đạo Vụ Tổ chức cán bộ, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã tạo điều kiện tốt nhất về thời gian để tác giả có thể hoàn thành Luận án.*

*Cuối cùng, nghiên cứu sinh xin gửi lời cảm ơn các đồng nghiệp, bạn bè, gia đình và người thân đã động viên, giúp đỡ hoàn thành Luận án này./.*

**TÁC GIẢ**



**Bùi Đức Hiếu**

## MỤC LỤC

<b>MỤC LỤC</b> .....	<b>i</b>
<b>DANH MỤC BẢNG</b> .....	<b>iv</b>
<b>DANH MỤC HÌNH</b> .....	<b>vii</b>
<b>MỞ ĐẦU</b> .....	<b>1</b>
1. Tính cấp thiết của luận án .....	1
2. Mục tiêu của luận án .....	3
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu .....	4
4. Câu hỏi nghiên cứu .....	4
5. Luận điểm bảo vệ.....	4
6. Nội dung nghiên cứu.....	5
7. Hướng tiếp cận và phương pháp nghiên cứu của luận án.....	5
7.1. <i>Hướng tiếp cận của luận án</i> .....	5
7.2. <i>Phương pháp nghiên cứu của luận án</i> .....	6
8. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án .....	8
8.1. <i>Ý nghĩa khoa học</i> .....	8
8.2. <i>Ý nghĩa thực tiễn</i> .....	8
9. Đóng góp mới của luận án .....	8
10. Cấu trúc của luận án.....	9
<b>CHƯƠNG 1:</b> .....	<b>10</b>
<b>TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU VỀ AN NINH NƯỚC</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1. An ninh nước và các nghiên cứu về an ninh nước trên thế giới</b> .....	<b>10</b>
1.1.1. <i>Một số khái niệm về an ninh nước và thực trạng an ninh nước trên thế giới</i> .....	10
1.1.2. <i>Tổng quan các nghiên cứu trên thế giới về an ninh nước trong điều kiện biến đổi khí hậu</i> .....	12
<b>1.2. An ninh nước và các nghiên cứu về an ninh nước tại Việt Nam</b> .....	<b>18</b>
1.2.1. <i>Các khái niệm về an ninh nước tại Việt Nam hiện nay</i> .....	18
1.2.2. <i>Thực trạng tài nguyên nước và an ninh nước tại Việt Nam</i> .....	19
1.2.3. <i>Tổng quan các nghiên cứu về an ninh nước tại Việt Nam</i> .....	24

1.2.4. Các nghiên cứu liên quan đến an ninh nước tại Quảng Ngãi.....	27
1.3. Tiểu kết Chương 1 .....	29
<b>CHƯƠNG 2: .....</b>	<b>33</b>
<b>PHƯƠNG PHÁP LUẬN VÀ SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU AN NINH NƯỚC TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU.....</b>	<b>33</b>
2.1. Phương pháp đánh giá an ninh nước.....	33
2.1.1. Cấu trúc bộ chỉ số đánh giá an ninh nước .....	33
2.1.2. Phương pháp phân tích, lựa chọn chỉ số an ninh nước.....	34
2.1.3. Phương pháp tính toán các chỉ số thành phần.....	43
2.1.4. Phương pháp tính toán chỉ số tổng hợp an ninh nước .....	47
2.1.5. Phương pháp phân ngưỡng mức độ an ninh nước .....	47
2.2. Phương pháp mô hình toán .....	50
2.2.1. Mô hình MIKE-NAM .....	50
2.2.2. Mô hình MIKE11 .....	51
2.2.3. Mô hình CROPWAT.....	52
2.3. Phương pháp tính toán nhu cầu nước cho các ngành .....	53
2.3.1. Tính toán nhu cầu nước cho công nghiệp .....	54
2.3.2. Tính toán nhu cầu nước cho sinh hoạt .....	54
2.3.3. Tính toán nhu cầu nước cho dịch vụ.....	57
2.4. Số liệu sử dụng trong Luận án .....	57
2.4.1. Số liệu khí tượng, thủy văn .....	57
2.4.2. Số liệu của kịch bản biến đổi khí hậu .....	58
2.4.3. Số liệu kinh tế - xã hội .....	58
2.4.4. Số liệu điều tra, khảo sát .....	60
2.5. Thông tin về địa bàn nghiên cứu.....	60
2.5.1. Vị trí địa lý, tình hình kinh tế - xã hội và điều kiện tự nhiên.....	60
2.5.2. Đặc điểm về tài nguyên nước tại Quảng Ngãi .....	63
2.5.3. Thực trạng an ninh nước tại Quảng Ngãi .....	67
2.5.4. Xu thế quá khứ và kịch bản biến đổi khí hậu tỉnh Quảng Ngãi.....	73
2.6. Tiểu kết Chương 2 .....	88
2.6.1. Về bộ chỉ số đánh giá an ninh nước .....	88

2.6.2. Về các phương pháp mô hình toán và phương pháp tính toán nhu cầu nước cho các ngành .....	89
2.6.3. Về số liệu sử dụng trong Luận án .....	89
2.6.4. Phân tích, đánh giá an ninh nước tỉnh Quảng Ngãi thông qua các báo cáo và số liệu thu thập được .....	90
<b>CHƯƠNG 3: .....</b>	<b>91</b>
<b>ĐÁNH GIÁ AN NINH NƯỚC VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP ĐẢM BẢO, TĂNG CƯỜNG AN NINH NƯỚC TỈNH QUẢNG NGÃI.....</b>	<b>91</b>
3.1. Đánh giá an ninh nước tỉnh Quảng Ngãi .....	91
3.1.1. Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước và nhu cầu sử dụng nước của Quảng Ngãi.....	91
3.1.2. Kết quả an ninh nước của Quảng Ngãi.....	115
3.2. Nhận định về tác động của biến đổi khí hậu đến an ninh nước của tỉnh Quảng Ngãi .....	126
3.3. Đề xuất giải pháp đảm bảo an ninh nước cho tỉnh Quảng Ngãi.....	127
3.3.1. Cơ sở khoa học và thực tiễn đề xuất giải pháp .....	127
3.3.2. Các giải pháp chung nhằm đảm bảo an ninh nước.....	128
3.3.3. Phân tích và lựa chọn các giải pháp ưu tiên, phù hợp cho tỉnh Quảng Ngãi.....	134
3.3.4. Đánh giá hiệu quả các giải pháp trong nâng cao mức độ an ninh nước cho tỉnh Quảng Ngãi.....	141
3.4. Tiểu kết Chương 3 .....	142
3.4.1. Kết quả tính toán an ninh nước .....	142
3.4.2. Giải pháp đảm bảo và tăng cường an ninh nước cho Quảng Ngãi .....	143
<b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ .....</b>	<b>145</b>
1. Kết luận .....	145
2. Kiến nghị.....	146
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>148</b>
<b>DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ.....</b>	<b>154</b>
<b>PHỤ LỤC .....</b>	<b>155</b>

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Bộ chỉ số an ninh nước đô thị.....	15
Bảng 1.2. Hệ số dòng chảy tại trạm thủy văn theo các kịch bản.....	28
Bảng 2.1. Bộ chỉ số đánh giá an ninh nước dự thảo .....	34
Bảng 2.2. Mẫu câu hỏi cho các chuyên gia về mức độ liên quan của bộ chỉ số nhằm đánh giá an ninh nước .....	36
Bảng 2.3. Bảng Quy tắc KAMET phân tích đánh giá từ các chuyên gia sử dụng phương pháp Delphi.....	37
Bảng 2.4. Kết quả xin ý kiến chuyên gia về bộ chỉ số.....	38
Bảng 2.5. Các chỉ số an ninh nước trước và sau khi xin ý kiến chuyên gia ...	42
Bảng 2.6. Công thức tính và các chỉ số đầu vào để tính chỉ số thành phần....	43
Bảng 2.7. Phân cấp an ninh nước áp dụng tính toán cho tỉnh Quảng Ngãi ....	50
Bảng 2.8. Chỉ tiêu cấp nước cho các đối tượng dùng nước và thành phần cấp nước theo TCXDVN 33:2006 của Bộ Xây dựng.....	55
Bảng 2.9. Phương trình dự báo dân số thành thị và nông thôn trong tương lai cho các huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi.....	56
Bảng 2.10. Số liệu mưa ngày tại các trạm được sử dụng trong Luận án.....	58
Bảng 2.11. Số liệu lưu lượng các trạm được sử dụng trong Luận án .....	58
Bảng 2.12. Chất lượng và diễn biến chất lượng nước mặt .....	70
Bảng 2.13. Khu vực ô nhiễm môi trường nước nghiêm trọng trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi .....	72
Bảng 2.14. Biến đổi của nhiệt độ (°C) so với thời kỳ cơ sở 1986-2005 theo các kịch bản biến đổi khí hậu tỉnh Quảng Ngãi .....	80
Bảng 2.15. Biến đổi của lượng mưa (%) so với thời kỳ cơ sở 1986-2005 theo các kịch bản biến đổi khí hậu tỉnh Quảng Ngãi .....	82
Bảng 2.16. Mức biến đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất năm (%) tại các trạm khí tượng Quảng Ngãi.....	83
Bảng 2.17. Mức biến đổi lượng mưa 5 ngày lớn nhất năm (%) tại các trạm khí tượng Quảng Ngãi so với thời kỳ cơ sở .....	84
Bảng 2.18. Kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu khu vực tỉnh Quảng Ngãi (cm).....	85
Bảng 2.19. Kết quả tính toán số ngày nắng nóng theo các kịch bản biến đổi khí hậu tại các huyện, thành phố thuộc tỉnh Quảng Ngãi (ngày).....	86
Bảng 2.20. Diện tích ngập tỉnh Quảng Ngãi theo kịch bản hiện trạng năm 1999.....	87

Bảng 2.21. Kết quả ngập lụt tính cho các huyện theo kịch bản hiện trạng năm 1999 .....	88
Bảng 3.1. Danh sách các trạm mưa và bốc hơi được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình MIKE-NAM.....	93
Bảng 3.2. Bộ thông số mô hình NAM tại các lưu vực.....	93
Bảng 3.3. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh mô hình NAM .....	94
Bảng 3.4. Đánh giá kết quả kiểm định mô hình NAM .....	95
Bảng 3.5. Kết quả tính toán dòng chảy mặt cho các huyện, thành phố theo các kịch bản .....	99
Bảng 3.6. Thay đổi dòng chảy mặt các huyện, thành phố theo các kịch bản biến đổi khí hậu so với thời kỳ cơ sở .....	100
Bảng 3.7. Tổng lượng tưới nông nghiệp cả năm của các huyện, thành phố thuộc tỉnh Quảng Ngãi – trung bình các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065, 2080 - 2099 của kịch bản RCP4.5.....	110
Bảng 3.8. Tổng lượng tưới nông nghiệp cả năm của các huyện, thành phố thuộc tỉnh Quảng Ngãi – trung bình các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065, 2080 - 2099 của kịch bản RCP8.5.....	112
Bảng 3.9. Thay đổi nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt trung bình các thời kỳ của kịch bản so với nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt trung bình năm 2017 .....	114
Bảng 3.10. Chỉ số an ninh nước cả năm ở thời điểm hiện tại.....	115
Bảng 3.11. Chỉ số an ninh nước mùa cạn ở thời điểm hiện tại.....	116
Bảng 3.12. Chỉ số an ninh nước mùa lũ ở thời điểm hiện tại .....	118
Bảng 3.13. Chỉ số an ninh nước trong tương lai không xét đến biến đổi khí hậu .....	120
Bảng 3.14. Chỉ số an ninh nước cả năm theo kịch bản RCP4.5 thời kỳ 2046 - 2065.....	121
Bảng 3.15. Chỉ số an ninh nước cả năm theo kịch bản RCP8.5 thời kỳ 2046 - 2065 .....	123
Bảng 3.16. So sánh an ninh nước trong trường hợp áp dụng các giải pháp .	141
Bảng PL.1. Các nội dung khảo sát thực địa tại Quảng Ngãi .....	155
Bảng PL.2. Kết quả tính chỉ số ô nhiễm cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản .....	157
Bảng PL.3. Kết quả tính chỉ số sức ép nguồn nước và chỉ số tài nguyên nước cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản .....	160
Bảng PL.4. Kết quả tính chỉ số mật độ và chỉ số suy giảm hệ sinh thái cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản .....	163

Bảng PL.5. Kết quả tính chỉ số tần suất lũ, chỉ số ngày hạn và chỉ số ngập lụt cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản .....	166
Bảng PL.6. Kết quả tính chỉ số lượng mưa và chỉ số nhiệt độ cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản .....	169
Bảng PL.7. Kết quả tính chỉ số chi phí nước cho sử dụng và vệ sinh và chỉ số dịch vụ nước và nước thải cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản .....	172
Bảng PL.8. Kết quả tính chỉ số khan hiếm nước và chỉ số biến đổi nguồn nước cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản .....	175
Bảng PL.9. Kết quả tính chỉ số khai thác nguồn nước cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản .....	178
Bảng PL.10. Kết quả tính chỉ số cung cấp nước sạch và chỉ số sử dụng nước hợp vệ sinh cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản.....	181
Bảng PL.11. Kết quả tính chỉ số an ninh nước cả năm cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản.....	184
Bảng PL.12. Kết quả tính chỉ số an ninh nước mùa cạn cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản.....	187
Bảng PL.13. Kết quả tính chỉ số an ninh nước mùa lũ cho tỉnh Quảng Ngãi ở hiện tại .....	188

## DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Sơ đồ nghiên cứu của Xiaoli Jia .....	14
Hình 1.2. Sơ đồ nghiên cứu của Luận án.....	32
Hình 2.1. Sơ đồ xác định ngưỡng mức độ an ninh nước đối với nước mặt....	49
Hình 2.2. Bản đồ hành chính tỉnh Quảng Ngãi.....	61
Hình 2.3. Mạng lưới sông ngòi tỉnh Quảng Ngãi .....	63
Hình 2.4. Phân phối dòng chảy năm trạm An Chỉ.....	65
Hình 2.5. Phân phối dòng chảy năm trạm Sơn Giang.....	65
Hình 2.6. Diễn biến tỷ lệ lưu lượng trạm An Chỉ .....	65
Hình 2.7. Diễn biến tỷ lệ lưu lượng trạm Sơn Giang.....	65
Hình 2.8. Xu thế biến đổi của lượng mưa năm (%) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi .....	74
Hình 2.9. Xu thế biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (°C) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi .....	74
Hình 2.10. Xu thế biến đổi của nhiệt độ tối cao trung bình năm (°C) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi .....	75
Hình 2.11. Xu thế biến đổi của nhiệt độ tối thấp trung bình năm (°C) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi .....	75
Hình 2.12. Xu thế biến đổi của nhiệt độ tối cao tuyệt đối năm (°C) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi .....	76
Hình 2.13. Xu thế biến đổi của nhiệt độ tối thấp tuyệt đối năm (°C) tại các trạm thuộc tỉnh Quảng Ngãi.....	76
Hình 2.14. Xu thế biến đổi của số ngày nắng nóng năm (ngày) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi.....	77
Hình 2.15. Xu thế biến đổi của lượng mưa một ngày lớn nhất (%) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi .....	77
Hình 2.16. Xu thế biến đổi của lượng mưa năm ngày lớn nhất (%) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi.....	78
Hình 2.17. Mức biến đổi nhiệt độ trung bình năm (°C) ở Quảng Ngãi theo kịch bản RCP4.5 (trái) và RCP8.5 (phải).....	79
Hình 2.18. Mức biến đổi nhiệt độ lượng mưa năm (mm) ở Quảng Ngãi theo kịch bản RCP4.5 (trái) và RCP8.5 (phải).....	81
Hình 2.19. Kịch bản nước biển dâng cho khu vực ven biển Quảng Ngãi .....	85
Hình 3.1. Diễn biến lưu lượng tại trạm An Chỉ .....	91
Hình 3.2. Diễn biến lưu lượng tại trạm Sơn Giang.....	92
Hình 3.3. Dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm Sơn Giang (hiệu chỉnh). 94	94

Hình 3.4. Dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm An Chỉ (hiệu chỉnh).....	95
Hình 3.5. Dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm Sơn Giang (kiểm định)...	96
Hình 3.6. Dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm An Chỉ (kiểm định) .....	96
Hình 3.7. Phân chia các tiểu lưu vực của các đơn vị hành chính thuộc tỉnh Quảng Ngãi .....	98
Hình 3.8. Thay đổi dòng chảy năm theo các thời kỳ của các kịch bản biến đổi khí hậu so với thời kỳ cơ sở tại các huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi .....	102
Hình 3.9. Thay đổi dòng chảy mùa lũ theo các thời kỳ của các kịch bản biến đổi khí hậu so với thời kỳ cơ sở tại các huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi .....	103
Hình 3.10. Thay đổi dòng chảy mùa cạn theo các thời kỳ của các kịch bản biến đổi khí hậu so với thời kỳ cơ sở tại các huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi .....	104
Hình 3.11. Chỉ số an ninh nước cả năm so sánh giữa các huyện ở thời điểm hiện tại.....	116
Hình 3.12. So sánh giữa chỉ số an ninh nước mùa cạn với chỉ số an ninh nước cả năm .....	117
Hình 3.13. So sánh giữa chỉ số an ninh nước mùa lũ và cả năm .....	119
Hình 3.14. So sánh mức độ an ninh nước giữa thời kỳ hiện tại với thời kỳ tương lai chưa xét đến biến đổi khí hậu .....	121
Hình 3.15. So sánh mức độ an ninh nước giữa thời kỳ hiện tại với kịch bản RCP4.5 thời kỳ 2046 - 2065.....	123
Hình 3.16. So sánh mức độ an ninh nước giữa thời kỳ hiện tại với kịch bản RCP8.5 thời kỳ 2046 - 2065.....	125
Hình 3.17. So sánh mức độ an ninh nước giữa thời kỳ hiện tại và giai đoạn 2046 - 2065 ở cả hai kịch bản RCP4.5 và kịch bản RCP8.5 .....	126
Hình 3.18. So sánh chỉ số an ninh nước giữa có giải pháp và không có giải pháp .....	142
Hình 3.19. So sánh mức độ an ninh nước giữa các thời kỳ và các kịch bản	143

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của luận án

Nước là phần thiết yếu của cuộc sống, là nhu cầu căn bản và nền tảng cho các hoạt động hệ sinh thái và xã hội nên nước đóng vai trò quan trọng trong việc góp phần vào những xung đột cho thế đe dọa an ninh của con người và môi trường [35].

An ninh nước không đơn thuần là việc “tiếp cận được với nguồn nước một cách phù hợp” - mà là tiếp cận bền vững với nước một cách phù hợp về lượng và đạt yêu cầu về chất để đáp ứng nhu cầu sinh tồn, sản xuất, phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ các hệ sinh thái. An ninh nước là yếu tố trung tâm để đạt được ý nghĩa rộng lớn hơn về an ninh, bền vững, phát triển và vấn đề con người [42]. Cụ thể, theo Ủy ban về Nước của Liên hợp quốc (UN-Water), định nghĩa an ninh nước một cách đầy đủ nhất là: khi một cộng đồng người dân được đáp ứng đủ nước một cách cơ bản cả về số lượng lẫn chất lượng để duy trì cuộc sống, phát triển kinh tế - xã hội, nhưng không bị ảnh hưởng bởi vấn đề ô nhiễm nước và các thảm họa liên quan đến nước; và quan trọng là tất cả các yếu tố nêu trên phải được duy trì trong điều kiện hệ sinh thái vẫn được bảo tồn, cuộc sống hoà bình, chính trị ổn định.

An ninh nước có liên hệ mật thiết đến nhiều khía cạnh xã hội, từ quyền con người (quyền được đảm bảo các nhu cầu tối thiểu để duy trì cuộc sống và sự phát triển), sản xuất lương thực - thực phẩm, bảo vệ môi trường sinh thái cho đến khía cạnh ổn định chính trị - xã hội; vì vậy, đảm bảo an ninh nước chính là yếu tố tiên đề để mỗi quốc gia đạt được những mục tiêu an ninh lớn hơn về lương thực, kinh tế, xã hội, quốc gia.

Thời gian gần đây, an ninh nước trên thế giới đang bị đe dọa do tác động của biến đổi khí hậu. Lượng mưa giảm về mùa khô, tăng mùa mưa gây

ra tình trạng hạn hán, lũ lụt tại một số nơi trên thế giới. Không phải ngoại lệ, Việt Nam hiện cũng đang phải đối mặt với tình trạng tương tự, trong cùng một thời điểm, nhiều khu vực bị hạn hán, thiếu nước, nhiều khu vực khác lại bị mưa lớn, lũ lụt triền miên; bên cạnh đó tài nguyên nước còn đang phải đối mặt với tình trạng suy giảm cả nguồn nước ngầm, mực nước biển có xu hướng dâng cao, triều cường và xâm nhập mặn ngày càng gia tăng. Cùng với quá trình công nghiệp hóa và đô thị hóa, sự gia tăng dân số, nhu cầu về nước cho sản xuất, đời sống tiếp tục tăng nhanh đã và đang đe dọa đến an ninh nước ở Việt Nam.

Quảng Ngãi là một trong những tỉnh chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Tỉnh thường xuyên phải chịu ảnh hưởng bởi những hình thái thiên tai xen kẽ nhau, mùa mưa thường xuyên xảy ra ngập lụt, nước lũ trên các sông luôn ở mức cao, ngược lại mùa khô thì xảy ra hạn hán, thiếu nước. Diễn hình phải kể tới đợt hạn hán kéo dài từ cuối năm 2019 sang đầu năm 2020, lượng nước của các hồ trên địa bàn tỉnh chỉ còn khoảng 35% dung tích thiết kế, nhiều hồ chứa chỉ còn từ 10 - 15% dung tích thiết kế, một vài hồ chứa có dung tích trữ dưới mực nước chết, trên 11.000 hộ dân thiếu nước sinh hoạt, hơn 740ha diện tích đất nông nghiệp không sản xuất được. Trong khi đó, theo Báo cáo số 214/BC-UBND ngày 31 tháng 10 năm 2020 của Ủy ban Nhân dân tỉnh Quảng Ngãi thì vào cuối tháng 10 năm 2020, Quảng Ngãi phải đón nhận cơn bão số 9 (Mo-la-ve), là cơn bão mạnh nhất lịch sử càn quét qua địa bàn tỉnh, làm 13 người bị thương, ước tính tổng thiệt hại 3.200 tỉ đồng.

Bên cạnh đó, thời gian gần đây chất lượng nước trên địa bàn tỉnh đang xảy ra tình trạng ô nhiễm tại một số vị trí trên sông Trà Bồng, Trà Khúc và sông Vệ... Nguyên nhân được cho là do các hoạt động sinh hoạt của các khu dân cư, khu đô thị, các hoạt động sản xuất nông nghiệp đã xả thải ra sông một

lượng nước thải và chất thải sinh hoạt chưa được xử lý, làm gia tăng hàm lượng các chất rắn lơ lửng, chất hữu cơ, dinh dưỡng và vi sinh... Trong tương lai, các khu công nghiệp, đô thị được mở rộng và hình thành mới sẽ tiếp tục gia tăng áp lực đối với môi trường và an ninh nước trên địa bàn tỉnh.

Trước tình trạng đó, nhiều đề tài, dự án nghiên cứu về lĩnh vực tài nguyên nước, môi trường, biến đổi khí hậu trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi đã được thực hiện nhằm góp phần vào công tác quản lý của địa phương. Tuy nhiên, trên thực tế tất cả các đề tài nghiên cứu mới chỉ tập trung vào riêng rẽ từng vấn đề, chưa có nghiên cứu nào đề cập đến vấn đề an ninh nước trong điều kiện biến đổi khí hậu.

Để đóng góp thêm các cơ sở khoa học và thực tiễn cho công tác quy hoạch, khai thác, quản lý tài nguyên nước phục vụ phát triển bền vững kinh tế, xã hội và bảo vệ môi trường trên địa bàn tỉnh trong điều kiện biến đổi khí hậu, cần thiết phải đánh giá được an ninh nước trong điều kiện biến đổi khí hậu, từ đó đề xuất được các giải pháp đảm bảo an ninh nước tại tỉnh Quảng Ngãi trong điều kiện biến đổi khí hậu. Với những lý do nêu trên, Đề tài Luận án "*Nghiên cứu an ninh nước dưới tác động của biến đổi khí hậu - áp dụng cho tỉnh Quảng Ngãi*" là rất cần thiết, có tính thời sự, khoa học và thực tiễn cao trong điều kiện phát triển kinh tế, xã hội và bảo vệ môi trường cho tỉnh Quảng Ngãi nói riêng và có thể áp dụng cho các tỉnh khác tại Việt Nam.

## **2. Mục tiêu của luận án**

(i) Xác định được các yếu tố ảnh hưởng tới an ninh nước, qua đó xây dựng được phương pháp đánh giá an ninh nước cấp tỉnh.

(ii) Đánh giá được an ninh nước ở tỉnh Quảng Ngãi ở hiện tại và trong tương lai (có xét đến và không xét đến điều kiện biến đổi khí hậu).

(iii) Đề xuất được các giải pháp đảm bảo và tăng cường an ninh nước tại tỉnh Quảng Ngãi trong điều kiện biến đổi khí hậu.

### **3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

Đối tượng nghiên cứu của luận án là tình trạng an ninh nước trong điều kiện hiện tại và trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Luận án tập trung vào nghiên cứu phương pháp để đánh giá an ninh nước, áp dụng tính toán cho tỉnh Quảng Ngãi, từ đó xác định giải pháp hiệu quả có tính khả thi đảm bảo an ninh nước trên địa bàn tỉnh.

Phạm vi không gian: các huyện, thành phố thuộc tỉnh Quảng Ngãi và toàn tỉnh Quảng Ngãi.

Phạm vi thời gian: thời kỳ cơ sở được xác định từ 1986 - 2005, giai đoạn hiện tại là các số liệu thu thập từ các năm 2017 đến 2020 để phục vụ tính toán, giai đoạn tương lai được xác định gồm hai giai đoạn 2046 - 2065 và 2080 - 2099.

Phạm vi các yếu tố nghiên cứu, tính toán liên quan đến an ninh nước: số lượng nước mặt, thiên tai liên quan đến nước và một phần của yếu tố kinh tế - xã hội.

### **4. Câu hỏi nghiên cứu**

- Làm thế nào để đánh giá tình trạng an ninh nước và tác động của biến đổi khí hậu đến an ninh nước?

- Mức độ an ninh nước ở tỉnh Quảng Ngãi như thế nào trong điều kiện hiện tại và trong tương lai (có xét và không xét đến biến đổi khí hậu)?

- Có những giải pháp nào để đảm bảo và tăng cường an ninh nước cho tỉnh Quảng Ngãi trong điều kiện biến đổi khí hậu?

### **5. Luận điểm bảo vệ**

- Quảng Ngãi hiện đang đứng trước nguy cơ mất an ninh nước;

- An ninh nước ở Quảng Ngãi ở thời điểm hiện tại và trong tương lai (có xét đến và không xét đến điều kiện biến đổi khí hậu) có thể được định lượng thông qua bộ chỉ số;

- Có thể áp dụng các giải pháp công trình và phi công trình để đảm bảo và nâng cao an ninh nước nói chung và cho tỉnh Quảng Ngãi nói riêng.

## **6. Nội dung nghiên cứu**

(1) Nghiên cứu tổng quan và các yếu tố ảnh hưởng đến an ninh nước;  
 (2) Nghiên cứu lựa chọn bộ chỉ số phù hợp để đánh giá an ninh nước;  
 (3) Tính toán an ninh nước ở thời điểm hiện tại và tương lai, có xét đến và không xét đến điều kiện biến đổi khí hậu.

(4) Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp đảm bảo an ninh nước ở tỉnh Quảng Ngãi.

## **7. Hướng tiếp cận và phương pháp nghiên cứu của luận án**

### **7.1. Hướng tiếp cận của luận án**

- *Tiếp cận hệ thống*: Tài nguyên nước mặt của một lưu vực sông được cấu thành bởi nhiều thành phần khác nhau, chúng tương tác và ảnh hưởng lẫn nhau. Vì vậy cần dựa trên quan điểm hệ thống để giải quyết các bài toán liên quan đến tài nguyên nước mặt và môi trường nước mặt của lưu vực. Trong đó tập trung vào hệ thống thủy văn, tài nguyên nước và hệ thống công trình thủy lợi, thủy điện trên lưu vực với vai trò phân bố tài nguyên nước theo không gian, thời gian để đáp ứng các nhu cầu dùng nước, phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội lưu vực.

- *Tiếp cận theo quan điểm quản lý tổng hợp tài nguyên nước*: Tài nguyên nước được sử dụng cho các nhu cầu khác nhau như: nông nghiệp, sinh hoạt, công nghiệp, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản..., trong đó từng ngành lại có nhu cầu sử dụng nước khác nhau. Tuy nhiên, nguồn nước đến trên lưu vực phân bố không đồng đều theo không gian (giữa các vùng) và thời gian (giữa các tháng). Điều này đã dẫn đến sự mất cân bằng giữa lượng nước đến và nhu cầu sử dụng nước. Vì thế cần tiếp cận các nguyên tắc của quản lý tổng hợp tài nguyên nước để nghiên cứu giải quyết bài toán khai thác và sử dụng nước

cũng như đề xuất các giải pháp đảm bảo an ninh nước của lưu vực sông trong nghiên cứu của luận án.

- *Tiếp cận theo quan điểm phát triển bền vững*: Phát triển bền vững đã được rất nhiều các nghiên cứu, các nhà khoa học và các tổ chức quốc tế quan tâm và coi đây là mục tiêu hàng đầu hướng tới trong tất cả các hoạt động phát triển. Điều này đã được khẳng định tại Hội nghị thượng đỉnh về tài nguyên và môi trường tổ chức tại Braxin năm 1992: Thế giới lấy “phát triển bền vững” làm mục tiêu để bước vào thế kỷ 21. Nghiên cứu của luận án tiếp cận hướng tới đảm bảo phát triển bền vững về cả ba mặt: (i) bền vững về kinh tế: mang lại hiệu quả kinh tế; (ii) bền vững về xã hội: được xã hội chấp nhận và (iii) bền vững về môi trường: bảo vệ môi trường. Đảm bảo an ninh nước có nghĩa là đảm bảo phát triển bền vững về kinh tế, xã hội và môi trường.

## **7.2. Phương pháp nghiên cứu của luận án**

Phương pháp nghiên cứu được luận án thực hiện gồm:

- *Phương pháp thu thập số liệu*: Phương pháp này được sử dụng để điều tra, thu thập các số liệu, tài liệu trên lưu vực liên quan đến tài nguyên nước trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi (số liệu khí tượng thủy văn, nhu cầu sử dụng nước, số liệu vận hành hồ chứa...), thực tiễn vận hành của các hồ và tình hình khai thác sử dụng nước trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi,... phục vụ cho việc đánh giá phân bố tài nguyên nước, tính toán lượng nước đến trên lưu vực, nhu cầu sử dụng nước làm đầu vào cho bài toán cân bằng nước.

- *Phương pháp phân tích, thống kê, tổng hợp* để kế thừa có chọn lọc các tài liệu đã có nhằm tập hợp, phân tích đánh giá các số liệu, tài liệu và vấn đề khai thác sử dụng nước trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi.... Đồng thời, áp dụng để xử lý số liệu.

- *Phương pháp Delphi* theo quy tắc KAMET được áp dụng trong tham vấn lựa chọn bộ chỉ số đánh giá an ninh nước; dựa trên kết quả, xây dựng bộ câu hỏi phỏng vấn để đánh giá an ninh nước tỉnh Quảng Ngãi.

- *Phương pháp chuyên gia* được sử dụng để tiếp thu những ý kiến, kinh nghiệm quý báu của các chuyên gia liên quan đến các nội dung nghiên cứu của luận án. Ngoài ra các ý kiến chuyên gia cũng được tham khảo sử dụng trong đánh giá sự phân bố tài nguyên nước, chất lượng nước trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi; chấm điểm, lựa chọn các chỉ số nhằm tính toán an ninh nước trong nghiên cứu.

- *Phương pháp mô hình toán thủy văn, thủy lực*: Phương pháp mô hình toán nhằm đánh giá các tác động tích lũy, các tác động tương hỗ giữa các yếu tố trên lưu vực đến chế độ thủy văn, điều kiện môi trường. Mô hình được sử dụng là mô hình MIKE-NAM để tính toán thủy văn cho các tiểu lưu vực. Mô hình MIKE11-GIS để tính toán, mô phỏng ngập lụt. Mô hình CROPWAT được sử dụng để tính toán nhu cầu sử dụng nước cho nông nghiệp cho các thời kỳ, trong điều kiện biến đổi khí hậu. Luận án kế thừa bộ mô hình MIKE11-GIS tính toán ngập lụt đã được hiệu chỉnh và kiểm định từ đề tài “Nghiên cứu những tác động biến đổi khí hậu đối với tỉnh Quảng Ngãi; các giải pháp thích ứng và ứng phó” do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu thực hiện [7].

- *Phương pháp tính toán nhu cầu sử dụng nước cho các ngành*: Đối với ngành nông nghiệp, nhu cầu sử dụng nước được tính toán trên cơ sở áp dụng mô hình CROPWAT như đã giới thiệu ở trên. Nhu cầu sử dụng nước của các ngành khác được tính toán dựa trên các chỉ tiêu cấp nước.

- *Phương pháp áp dụng công nghệ GIS*: Được ứng dụng trong việc xây dựng các bản đồ chuyên đề, thiết lập các tiểu lưu vực sông từ mô hình số độ cao (DEM), tính toán các đặc trưng lưu vực, xây dựng mạng lưới sông, bản

đồ thăm phủ, bản đồ đất để đưa vào mô hình tính toán thủy văn và tài nguyên nước của khu vực nghiên cứu....

## **8. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án**

### **8.1. Ý nghĩa khoa học**

Luận án đã xây dựng được cơ sở khoa học và phương pháp luận để đánh giá an ninh nước trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi. Trong đó, đề xuất được bộ chỉ số đánh giá an ninh nước. Bộ chỉ số được xây dựng dựa trên cách tiếp cận theo định nghĩa của UN Water về an ninh nước bao gồm 04 chỉ số chính: (1) Hệ sinh thái; (2) Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước; (3) Kinh tế - Xã hội; (4) Tài nguyên nước và con người. Các chỉ số thành phần đều thể hiện tác động của các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội đến tài nguyên nước. Bộ chỉ số cuối cùng dùng để tính toán an ninh nước được xây dựng trên cơ sở phương pháp chuyên gia.

### **8.2. Ý nghĩa thực tiễn**

Trên cơ sở áp dụng bộ chỉ số được xây dựng, có thể đánh giá an ninh nước trong các điều kiện khác nhau. Qua đó, đề xuất được các giải pháp đảm bảo an ninh nước ở tỉnh Quảng Ngãi, góp phần giúp cho các nhà quản lý trong lập quy hoạch về tài nguyên nước, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Bộ chỉ số này có thể được áp dụng cho các lưu vực, địa phương khác trên cơ sở các tài liệu, số liệu cụ thể tại các địa bàn.

## **9. Đóng góp mới của luận án**

- Xây dựng được Bộ chỉ số đánh giá an ninh nước cấp tỉnh trong điều kiện biến đổi khí hậu.

- Đánh giá được an ninh nước ở tỉnh Quảng Ngãi trong hiện tại và tương lai (có xét đến và không xét đến các kịch bản biến đổi khí hậu); đồng thời so sánh sự khác biệt giữa các thời kỳ và điều kiện có xét đến biến đổi khí hậu với điều kiện không xét đến biến đổi khí hậu

- Đề xuất được các giải pháp nhằm đảm bảo và tăng cường an ninh nước cho tỉnh Quảng Ngãi; tính toán để chứng minh hiệu quả của việc áp dụng các giải pháp này.

## **10. Cấu trúc của luận án**

Ngoài hai phần Mở đầu, Kết luận và kiến nghị, Luận án gồm 03 Chương:

- Chương 1. Tổng quan và các nghiên cứu về an ninh nước: Phân tích thực trạng an ninh nước cũng như tổng quan các nghiên cứu liên quan đến an ninh nước trên thế giới và ở Việt Nam. Trên cơ sở đó, định hướng nghiên cứu của Luận án trong đánh giá an ninh nước cho một tỉnh điển hình.

- Chương 2. Phương pháp luận và số liệu: Xây dựng bộ chỉ số đánh giá an ninh nước cấp tỉnh dựa trên 4 chỉ số chính và các chỉ số thành phần theo cách tiếp cận về an ninh nước của UN-Water. Bộ chỉ số được tham khảo ý kiến chuyên gia về tính phù hợp với điều kiện thực tế và độ sẵn có của số liệu liên quan.

- Chương 3. Đánh giá an ninh nước và đề xuất các giải pháp nhằm đảm bảo, tăng cường an ninh nước cho tỉnh Quảng Ngãi: Trên cơ sở bộ chỉ số được xây dựng ở Chương 2, Luận án đã đánh giá an ninh nước của tỉnh Quảng Ngãi trong điều kiện hiện tại, điều kiện quy hoạch phát triển kinh tế xã hội và tác động của biến đổi khí hậu. Qua đó đề xuất các giải pháp nhằm đảm bảo và nâng cao an ninh nước cho tỉnh Quảng Ngãi.

## **CHƯƠNG 1:**

### **TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU VỀ AN NINH NƯỚC**

#### **1.1. An ninh nước và các nghiên cứu về an ninh nước trên thế giới**

##### ***1.1.1. Một số khái niệm về an ninh nước và thực trạng an ninh nước trên thế giới***

###### ***1.1.1.1. Một số khái niệm về an ninh nước trên thế giới***

Có nhiều nghiên cứu chỉ ra những khái niệm về an ninh nước, cụ thể như sau:

Theo Tổ chức cộng tác vì nước toàn cầu (GWP) thì “an ninh nước là sự đảm bảo an toàn nguồn nước ở mọi cấp độ từ gia đình đến toàn cầu, hay cụ thể là mọi người đều được cung cấp đủ nước sạch với chi phí phải chăng để phục vụ các nhu cầu thiết yếu trong cuộc sống, đồng thời đảm bảo môi trường tự nhiên được bảo tồn và phát huy” [29].

Theo Tuyên bố Cấp Bộ trưởng của Diễn đàn Nước Thế giới lần thứ 2 năm 2000, an ninh nước đồng nghĩa với việc “đảm bảo rằng các hệ sinh thái nước ngọt, hệ sinh thái biển và các hệ sinh thái liên quan được bảo vệ và củng cố; đảm bảo phát triển bền vững và ổn định chính trị; mỗi người đều được tiếp cận đầy đủ nguồn nước sạch với chi phí vừa phải để có được một cuộc sống khỏe mạnh, sung túc; các cộng đồng dễ bị tổn thương sẽ được bảo vệ trước rủi ro từ những thảm họa liên quan đến nước”.

Bên cạnh đó năm 2013, Tổ chức hợp tác và phát triển kinh tế (OECD) lại đưa ra định nghĩa rất đơn giản là: “An ninh nước là học cách sống chấp nhận với một mức độ rủi ro về nước” [39].

Theo Grey D. và Sadoff C. W. [28], “an ninh nước là với một lượng nước có số lượng và chất lượng chấp nhận được, đảm bảo phục vụ được các

nhu cầu về sức khỏe, sinh kế, hệ sinh thái, sản xuất, đồng thời đảm bảo không có rủi ro đối với con người, môi trường và nền kinh tế.

Theo Borgardi J. J. và nnk [20] thì an ninh nước là việc chất lượng, số lượng nước ngọt luôn được đảm bảo, duy trì, phát triển được các hệ sinh thái có liên quan; đồng thời đảm bảo được việc phát triển bền vững và ổn định chính trị; người dân được tiếp cận đủ nước sạch, hợp vệ sinh, ở mức phí chấp nhận được, qua đó có được cuộc sống khỏe mạnh, không bị những rủi ro từ những nguy cơ liên quan đến nước.

Ủy ban về Nước của Liên Hợp Quốc (UN-Water) [42] đưa ra định nghĩa an ninh nước một cách đầy đủ nhất là: khi một cộng đồng người dân được đáp ứng đủ nước một cách cơ bản cả về số lượng lẫn chất lượng để duy trì cuộc sống, phát triển kinh tế - xã hội, nhưng không bị ảnh hưởng bởi vấn đề ô nhiễm nước và các thảm họa liên quan đến nước; và quan trọng là tất cả các yếu tố nêu trên phải được duy trì trong điều kiện hệ sinh thái vẫn được bảo tồn, cuộc sống hoà bình, chính trị ổn định.

#### *1.1.1.2. Thực trạng an ninh nước trên thế giới*

Nguồn nước ngọt của nhiều khu vực trên thế giới đang có nguy cơ cạn kiệt, cùng với tình trạng gia tăng dân số, lũ lụt, hạn hán, ô nhiễm môi trường và quá trình nóng lên toàn cầu. Một báo cáo của Tổ chức nông lương Liên hợp quốc (FAO) [26] cho rằng, thế giới hiện nay có khoảng 700 triệu người thuộc 43 quốc gia đang gặp phải tình trạng khan hiếm nước, dự báo đến năm 2025 sẽ có khoảng 1,8 tỷ người phải sống ở các khu vực không có nước ngọt; thế giới đang thiếu nước và việc mất an ninh nước đang và sẽ là nguyên nhân dẫn đến những bất đồng, xung đột nghiêm trọng giữa các quốc gia.

Tình trạng mất an ninh nước xảy ra trên thế giới hiện nay thường tập trung ở hai khu vực: khu vực có địa hình tự nhiên khô hạn, nhiều sa mạc, chịu sự tác động của biến đổi khí hậu và tăng trưởng dân số (ví dụ: Châu Phi, Bán

đảo Arab); khu vực có nguy cơ xảy ra xung đột do nguồn nước phân bố, chia sẻ không công bằng (ví dụ như Châu Á). Ở Châu Phi, với nền nông nghiệp phụ thuộc phần lớn vào lượng nước mưa tự nhiên, cuộc sống của nông dân đang bị đẩy vào tình trạng đói nghèo do thiếu nước và diện tích đất canh tác ngày càng bị thu hẹp. Trong khi đó Châu Á là nơi tương đối khô hạn, được dự báo sẽ là khu vực có nguy cơ xảy ra khủng hoảng về nước nặng nề nhất trên thế giới; đây là khu vực hiện có lượng nước bình quân trên đầu người bằng 1/10 lượng nước ở các nước Nam Mỹ hay Australia, New Zealand, thấp hơn ¼ lượng nước ở Bắc Mỹ, bằng 1/3 của Châu Âu nhưng lại là khu vực có nhu cầu sử dụng nước lớn nhất trên toàn cầu, bởi khu vực hiện đang nhiều quốc gia có nền kinh tế năng động nhất trên thế giới.

Về khía cạnh các thảm họa, khoảng 90% các thảm họa là liên quan tới nước, bao gồm: lũ lụt, hạn hán, bão áp thấp nhiệt đới, nước biển dâng do bão, và sạt lở đất [10]. Châu Á - Thái Bình Dương được đánh giá là khu vực dễ bị ảnh hưởng nhất bởi các thảm họa liên quan tới nước do dân số gia tăng nhanh chóng và cơ sở hạ tầng còn nghèo nàn; hiện là nơi sinh sống của 4,5 tỷ người, sử dụng khoảng 65% nguồn cung cấp nước của thế giới.

### ***1.1.2. Tổng quan các nghiên cứu trên thế giới về an ninh nước trong điều kiện biến đổi khí hậu***

#### ***1.1.2.1. Phương pháp đánh giá an ninh nước***

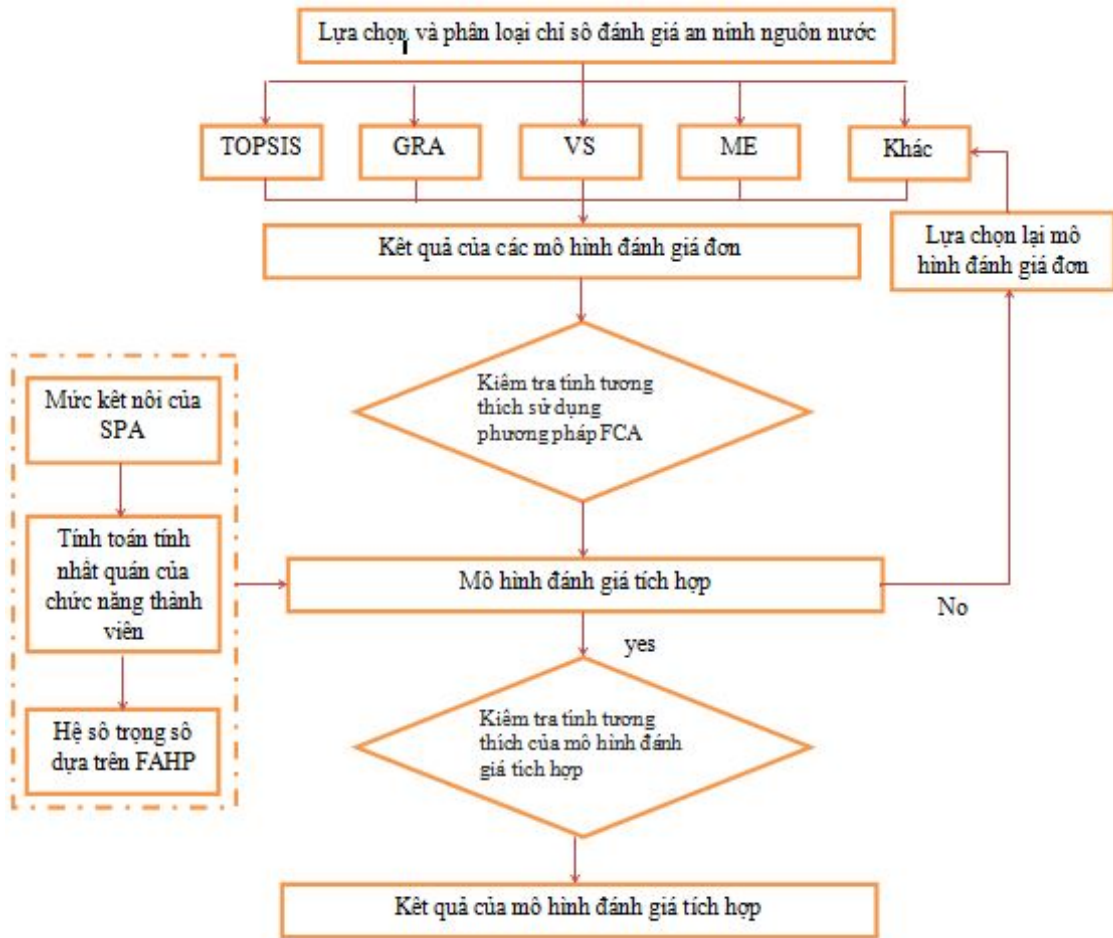
Việc đo lường an ninh nước không đơn giản và nhiều công cụ đã được thiết lập để lượng hóa đối tượng này [48]. Ví dụ, Chỉ số căng thẳng nước Falkenmark đánh giá sự sẵn có nước ngọt tái tạo hàng năm của một quốc gia trên đầu người và xếp các quốc gia có kết quả thấp hơn 1000 m<sup>3</sup>/người ở mức độ thiếu nước; chỉ số đơn giản này hiện nay vẫn được sử dụng rộng rãi, tuy nhiên, chỉ số này còn có nhiều thiết sót đó là bỏ qua khả năng tiếp cận nguồn nước.

Trong một đánh giá cho Khu vực Châu Á - Thái Bình Dương [29], an ninh nước của 46 quốc gia có những điều kiện tài nguyên nước khác nhau và phát triển khác nhau được đánh giá thông qua 5 chỉ số, bao gồm: các nhu cầu căn bản, sản xuất lương thực, dòng chảy môi trường, quản lý rủi ro và sự độc lập. Đánh giá này là tương đối toàn diện, so sánh được nhiều các quốc gia với nhau nhưng phải đảm bảo có đủ số liệu, vì trên thực tế mỗi quốc gia có hệ cơ sở dữ liệu, cách thức tính toán, ngoại suy khác nhau.

Trong nghiên cứu về chỉ số an ninh nước của Xiaoli J. và nnk [50], đề tính được an ninh nước cần 03 nhóm chỉ số phụ gồm tài nguyên nước, môi trường nước và kinh tế - xã hội, trong đó sử dụng 15 yếu tố được lựa chọn để thiết lập một đánh giá tổng hợp về an ninh nước ở lưu vực sông Hoàng Hà. Các chỉ tiêu cụ thể bao gồm: (i) Hợp phần tài nguyên nước; (ii) Hợp phần môi trường nước; (iii) Hợp phần kinh tế - xã hội.

Sau đó Xiaoli J. và các cộng sự chia an ninh nước thành 5 cấp độ: an ninh, tương đối an ninh, chạm ngưỡng an ninh, tương đối mất an ninh và không an ninh. Tương ứng với mỗi cấp độ an ninh nước, mỗi chỉ số thành phần đều có ngưỡng riêng (Hình 1.1).

Vorosmarty C.J. [44] đã tổng hợp trên phạm vi toàn cầu những yếu tố ảnh hưởng giữa an ninh nước với con người và đa dạng sinh học, trong đó tập trung xác định hai chuỗi chỉ số: (i) an ninh nước với con người, (ii) an ninh nước với đa dạng sinh học. Các chỉ số thành phần thu thập, phục vụ tính toán gồm 23 chỉ số, được tổng hợp thành 4 nhóm chính: (i) mất cân bằng, (ii) các yếu tố sinh học, (iii) phát triển tài nguyên nước, (iv) ô nhiễm. Để đánh giá mức độ căng thẳng giữa an ninh nước với con người và đa dạng sinh học, Vorosmarty C.J. sử dụng phương pháp lấy ý kiến chuyên gia theo trọng số. Kết quả điểm đánh giá đầu ra của các yếu tố nằm trong khoảng từ 0 đến 1, phản ánh mức độ căng thẳng tương đối của mỗi yếu tố thành từng cấp.



**Hình 1.1. Sơ đồ nghiên cứu của Xiaoli Jia**

Trong đó:

TOPSIS: kỹ thuật sắp xếp đồng dạng (technique for order preference by similarity to ideal solution)

GRA: phương pháp phân tích vùng xám (gray relational analysis)

VS: tập chưa rõ (vague sets)

ME: mô hình yếu tố vật chất (matter element)

SPA: phương pháp phân tích theo cặp (set pair analysis)

FAHP: quy trình phân tích thứ bậc (fuzzy analytical hierarchy process)

FCA: phương pháp phân tích tổ hợp (fuzzy cluster analysis)

Vào năm 2011, Mehr S. [38] đã phát triển bộ chỉ số về an ninh nước dựa trên phương pháp Delphi. Bộ chỉ số bao gồm 03 nhóm chỉ số: (i) kinh tế; (ii) môi trường; (iii) xã hội.

Qua tổng quan về các nghiên cứu trên thế giới, nhìn chung cách tiếp cận trong việc đánh giá an ninh nước chủ yếu thông qua bộ chỉ số về an ninh nước. Tùy thuộc các nghiên cứu khác nhau với các khu vực, đối tượng nghiên cứu, sự sẵn sàng của số liệu khác nhau mà bộ chỉ số về an ninh nước sẽ được thiết kế phù hợp đảm bảo đưa ra được các kết quả đầu ra một cách khoa học, tin cậy nhất.

Năm 2019, nghiên cứu của Hassan T.A. và nnk [30] về an ninh nước đô thị - trong đó có chỉ ra khung đánh giá về an ninh nước bao gồm bốn nhóm chỉ số chính như Bảng 1.1.

**Bảng 1.1. Bộ chỉ số an ninh nước đô thị**

<b>Chỉ số Cấp 1</b>	<b>Chỉ số Cấp 2</b>
Ecosystem (Hệ sinh thái)	State of pollution (Hiện trạng dân số)
	Good ambient water quality (Chất lượng nước)
	Change of water-relative (Thay đổi về nước)
	Green roofing (Lớp phủ xanh)
	Green surfaces (Drainage...) (Bề mặt xanh (Thoát nước))
	Effectiveness of storm network (Hiệu quả của mạng lưới bão)
Climate change and water related hazards (Biến đổi khí hậu và các thiên tai liên quan đến nước)	GHG emission emitted from the system (Phát thải khí nhà kính)
	Public health (water borne diseases) (Sức khỏe cộng đồng (bệnh liên quan đến nước))
	Frequency of flash floods (Tần suất xuất hiện lũ quét)
	No.of droughts (Số lượng đợt hạn hán)
	Flood-prone areas (Khu vực thường xuyên xảy ra lũ lụt)
	Average annuals rainfall (Lượng mưa trung bình năm)
	Average annuals temperature (Nhiệt độ trung bình năm)
	Water quality (Chất lượng nước)
	Transboundary/imported water dependency ratio (Tỷ lệ phụ thuộc nước xuyên biên giới)
Socio economic (Kinh tế xã hội)	Adequacy and Equity (Tính thỏa đáng và công bằng)
	Water energy consumption (Tiêu thụ năng lượng nước)

Chỉ số Cấp 1	Chỉ số Cấp 2
	Waste water energy consumption (Tiêu thụ năng lượng nước thải)
	Water tariffs (Biểu giá nước)
	Sanitation tariffs (Thuế quan)
	Affordability (Khả năng chi trả)
Drinking water and Human Beings (Nước uống và con người)	Water quantity (Số lượng nước)
	Accessibility (Khả năng tiếp cận)
	Water quality (Chất lượng nước)
	Transboundary/imported water dependency ratio (Tỷ lệ phụ thuộc nước xuyên biên giới)

[Nguồn: Hassan T.A. và nnk (2019) [30]]

Nghiên cứu cũng đã chỉ ra được an ninh nước đô thị là một thách thức lớn đối với nhiều quốc gia. Trong khi một số nghiên cứu đã đánh giá an ninh nước ở cấp độ khu vực, thì nghiên cứu này đã nhấn mạnh việc thiếu đánh giá an ninh nước và áp dụng các biện pháp để đạt được an ninh nước ở cấp độ đô thị. Ngoài ra, nghiên cứu đã cung cấp một cách tiếp cận có hệ thống để hiểu rõ hơn về an ninh nước đô thị, với định nghĩa hoạt động và khung đánh giá sẽ được áp dụng ở các khu vực ven đô và đô thị. Định nghĩa an ninh nước đô thị được đề xuất dựa trên mục tiêu phát triển bền vững của Liên hợp quốc về nước và vệ sinh cũng như quyền con người về nước và vệ sinh. Khung đánh giá phụ thuộc vào bốn khía cạnh chính để đạt được an ninh nước đô thị: Nước uống và con người, hệ sinh thái, biến đổi khí hậu và các hiểm họa liên quan đến nước, và các yếu tố kinh tế - xã hội. Khung đánh giá cho phép phân tích thêm các mối quan hệ qua lại giữa đô thị hóa và an ninh nước, cũng như giữa các chỉ số kinh tế - xã hội. Việc áp dụng khung đánh giá này sẽ giúp các chính phủ, các nhà hoạch định chính sách và các bên liên quan trong việc sử dụng nguồn tài nguyên một cách hiệu quả và bền vững hơn và quản lý an ninh nguồn đô thị hiệu quả hơn.

Báo cáo Triển vọng phát triển nước Châu Á của Ngân hàng Châu Á (ADB) công bố năm 2020 [20], đã đưa ra phương pháp đo lường an ninh nước trên 05 chỉ số chính, gồm: (1) an ninh nước hộ gia đình nông thôn, (2) an ninh nước kinh tế, (3) an ninh nước đô thị, (4) an ninh nước môi trường, và (5) an ninh thảm họa liên quan đến nước. Cụ thể trong Báo cáo, ADB đã tính điểm chỉ số an ninh nước quốc gia cho 68 quốc gia thành viên của mình dựa trên số liệu mà họ có sẵn và căn cứ trên 05 chỉ số chính nêu trên. Dựa trên điểm số tổng hợp của từng quốc gia, ADB chia các quốc gia thành năm giai đoạn của an ninh nước gồm: non trẻ, đã có sự quan tâm, đã có những hành động phù hợp, đảm bảo an ninh nước hiệu quả và hình mẫu.

#### *1.1.2.2. Các nghiên cứu về an ninh nước có xét đến biến đổi khí hậu*

Grey D. và Sadoff C. W. [28] đã đưa ra nhận định rằng để đáp ứng được an ninh nước thì ba khía cạnh chính sau đây phải được đảm bảo: (i) thủy văn môi trường, tức là mức độ sẵn có của tài nguyên nước; (ii) kinh tế - môi trường - xã hội, các chính sách của cơ quan quản lý nhà nước; (iii) các hành động ứng phó với biến đổi khí hậu trong tương lai.

Ludwig R. [37] đã nghiên cứu an ninh nước do biến đổi khí hậu quy mô khu vực ở Địa Trung Hải, trong đó tập trung vào ba yếu tố: (i) khí hậu thay đổi và các yếu tố sinh thái thủy văn liên quan đến các yếu tố nguy hiểm như lũ lụt và hạn hán; (ii) kinh tế nước, bao gồm cả kinh tế nước ảo; và (iii) các yếu tố xã hội, chính trị và các yếu tố gây ra xung đột hoặc đe dọa an ninh con người.

Wang X.J. [46] cho rằng phát triển kinh tế, tăng trưởng dân số, đô thị hóa và biến đổi khí hậu đã dẫn đến tình trạng thiếu nước ngày càng tăng trên toàn cầu. Đảm bảo an ninh nước dưới các áp lực này sẽ là thách thức lớn nhất đối với các nhà quản lý tài nguyên nước trong tương lai gần. Nghiên cứu đã

đề cập đến những rủi ro dựa trên nhiều tiêu chí được đề xuất để đánh giá an ninh nước với các chiến lược quản lý khác nhau.

## **1.2. An ninh nước và các nghiên cứu về an ninh nước tại Việt Nam**

### ***1.2.1. Các khái niệm về an ninh nước tại Việt Nam hiện nay***

Hiện nay trong các văn bản quy phạm pháp luật, văn bản hành chính của các cơ quan quản lý nhà nước tại Việt Nam chưa có định nghĩa chính thức về an ninh nước. Tuy nhiên có một số báo cáo có sử dụng các cụm từ như “an ninh nguồn nước”, “an ninh tài nguyên nước”. Trong đó hiện nay, Ủy ban Khoa học, Công nghệ và Môi trường của Quốc hội, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đang sử dụng cụm từ “an ninh nguồn nước”; Bộ Tài nguyên và Môi trường sử dụng cụm từ “an ninh tài nguyên nước”.

Cụ thể, tại dự thảo Đề án “An ninh nguồn nước và an toàn đập, hồ chứa nước giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2045” trình Quốc hội Khóa V vào tháng 6/2021 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn [15] có xác định an ninh nguồn nước quốc gia gồm bốn trụ cột, gồm: (1) Đáp ứng nhu cầu nước cho sinh hoạt trong mọi tình huống, cấp đủ số lượng và chất lượng nước theo các mức đảm bảo cho sản xuất, đô thị, các ngành kinh tế thiết yếu trên cơ sở cân đối chung nguồn nước quốc gia, bảo vệ và phát triển nguồn sinh thủy, góp phần phát triển kinh tế - xã hội bền vững, giữ vững ổn định chính trị, an ninh, quốc phòng; (2) Giảm thiểu rủi ro thiệt hại từ các thảm họa, thiên tai liên quan đến nước, đặc biệt đối với khu vực dân cư nghèo, vùng sâu, vùng xa; (3) Bảo vệ chất lượng nguồn nước, hệ sinh thái nước; (4) Công bằng trong tiếp cận nguồn nước; mọi người dân, mọi đối tượng sử dụng nước được tiếp cận và sử dụng nguồn nước trong sinh hoạt, sản xuất với chi phí hợp lý.

Trong khi đó, tại dự thảo Báo cáo Đảm bảo an ninh tài nguyên nước quốc gia hiện Bộ Tài nguyên và Môi trường đang lấy ý kiến góp ý của các bộ, ngành, địa phương thì cụm từ “an ninh tài nguyên nước” được sử dụng xuyên

suốt. Trong dự thảo Báo cáo không xác định định nghĩa, khái niệm của cụm từ “an ninh tài nguyên nước” nhưng có nêu mục tiêu chung để đảm bảo an ninh tài nguyên nước quốc gia là: chủ động, nâng cao khả năng tiếp cận nguồn nước cấp cho sinh hoạt, các dịch vụ, nhu cầu thiết yếu của người dân và các ngành kinh tế trong mọi tình huống; giảm sự phụ thuộc vào nguồn nước từ nước ngoài; bảo đảm việc khai thác, sử dụng tiết kiệm, hiệu quả, bền vững, an toàn, công bằng, hợp lý, gắn với bảo vệ và phát triển tài nguyên nước và thích ứng với biến đổi khí hậu; chủ động ứng phó có hiệu quả với các loại hình thiên tai liên quan đến nước nhằm hạn chế đến mức thấp nhất rủi ro do nước gây ra; chuyển đổi số phục vụ điều hoà, phân bổ nguồn nước và hướng tới một hệ thống nước có tính thích ứng, sạch, an toàn.

### ***1.2.2. Thực trạng tài nguyên nước và an ninh nước tại Việt Nam***

Tại Báo cáo “An ninh nguồn nước phục vụ sản xuất, sinh hoạt và quản lý an toàn hồ, đập” của Bộ Tài nguyên và Môi trường [1] gửi Ủy ban Khoa học, Công nghệ và Môi trường Quốc hội Khóa XIV năm 2020 và Báo cáo của Ủy ban Khoa học, Công nghệ và Môi trường Quốc hội về “Kết quả giám sát an ninh nguồn nước phục vụ sản xuất, sinh hoạt và quản lý an toàn hồ, đập” [16] đã đánh giá:

#### ***1.2.2.1. Tổng quan tài nguyên nước của Việt Nam***

##### ***a. Hệ thống sông, suối***

Việt Nam có 3.450 sông, suối có chiều dài từ 10 km trở lên nằm trong 108 lưu vực sông được phân bố và trải dài trên cả nước với tổng diện tích lưu vực khoảng 1.168.420 km<sup>2</sup>, trong đó 837.430 km<sup>2</sup> (chiếm 71,7%) nằm ở nước ngoài, chỉ có 330.990 km<sup>2</sup> (chiếm 28,3%) diện tích lưu vực nằm trong lãnh thổ nước ta. Việt Nam nằm cuối nguồn của 5 hệ thống sông lớn, gồm: Mê Công, Hồng, Đồng Nai, Mã, Cả; và ở đầu nguồn của 3 hệ thống sông lớn gồm: Bằng Giang - Kỳ Cùng, Sê San, Srê Pôk.

## b. Tài nguyên nước

### *\* Tài nguyên nước mặt*

Việt Nam là quốc gia có nguồn tài nguyên nước mặt khá phong phú cả về lượng mưa lẫn nguồn nước mặt trong các hệ thống sông, hồ. Lượng mưa trung bình năm của Việt Nam vào khoảng 1.940 - 1.960 mm (tương đương tổng lượng nước khoảng 640 tỷ m<sup>3</sup>/năm), tổng lượng dòng chảy năm trung bình nhiều năm của các sông vào khoảng 830 - 840 tỷ m<sup>3</sup>.

Tuy nhiên, tài nguyên nước của Việt Nam bị phụ thuộc nhiều vào nguồn nước ngoại sinh. Hàng năm, các sông, suối xuyên biên giới chuyển vào nước ta lượng nước khoảng 520 tỷ m<sup>3</sup>, chiếm khoảng 63% tổng lượng nước trung bình hàng năm của hệ thống sông nước ta.

Tài nguyên nước mặt của Việt Nam phân bố rất không đều cả về không gian và thời gian. Mùa khô kéo dài khoảng 9 tháng tại các sông Vu Gia - Thu Bồn, Trà Khúc, Kôn - Hà Thanh và khoảng 8 tháng trên lưu vực sông Bắc Trung Bộ, các lưu vực sông còn lại có mùa khô kéo dài từ 6 - 7 tháng.

### *\* Hồ chứa*

Theo thống kê sơ bộ, hiện nay trên địa bàn cả nước có khoảng trên 7.160 hồ chứa thủy lợi, thủy điện.

### *\* Tài nguyên nước dưới đất*

Theo kết quả tổng hợp, đánh giá lại trữ lượng nước dưới đất thuộc dự án “Biên hội - Thành lập bản đồ tài nguyên nước dưới đất tỷ lệ 1:200.000 cho các tỉnh trên toàn quốc” (thực hiện giai đoạn 2012 - 2018) thì Việt Nam cũng có tiềm năng khá lớn về nguồn nước dưới đất với tổng trữ lượng khoảng 189,3 triệu m<sup>3</sup>/ngày đêm, tập trung ở khu vực đồng bằng Bắc Bộ, đồng bằng Nam Bộ và khu vực Tây Nguyên. Tổng trữ lượng tiềm năng có thể khai thác trung bình khoảng 61,2 triệu m<sup>3</sup>/ngày đêm.

## c. Thực trạng ô nhiễm, sạt, lở bờ, lấn chiếm các dòng sông

Thực tế hiện nay, chất lượng nguồn nước ở các khu vực đầu nguồn còn tương đối tốt, một số ít khu vực có dấu hiệu ô nhiễm cục bộ tại một số thời điểm và thường tập trung ở các khu vực có các hoạt động khai thác khoáng sản. Vấn đề ô nhiễm nguồn nước chủ yếu ở vùng trung lưu và hạ lưu (đặc biệt là các đoạn chảy qua khu vực đô thị, khu/cụm công nghiệp, làng nghề), nhiều nơi ô nhiễm ở mức nghiêm trọng hơn như ở lưu vực sông Nhuệ - Đáy, Cầu và Đồng Nai. Bên cạnh đó, vấn đề sạt, lở bờ sông đang ngày càng gia tăng và phức tạp, chủ yếu diễn ra ở các tỉnh phía Nam.

#### *1.2.2.2. Tổng quan về hiện trạng khai thác, sử dụng nước của các ngành*

Tổng lượng nước đang được khai thác, sử dụng hàng năm khoảng 80,6 tỷ m<sup>3</sup>, chiếm xấp xỉ 10% tổng lượng dòng chảy năm của cả nước. Trong đó, trên 80% lượng nước được sử dụng cho mục đích nông nghiệp (khoảng 65 tỷ m<sup>3</sup>/năm) và cơ cấu sử dụng nước đang có xu hướng tăng dần cho công nghiệp, thủy sản và sinh hoạt. Lượng nước sử dụng tập trung chủ yếu vào 7-9 tháng mùa khô, khi mà dòng chảy trên các hệ thống sông đã bị suy giảm và với tổng lượng nước cả mùa chỉ bằng khoảng 20 - 30% (khoảng 160 - 250 tỷ m<sup>3</sup>) so với lượng nước của cả năm.

- *Nông nghiệp*: Tổng lượng nước khai thác, sử dụng trong ngành nông nghiệp trên cả nước khoảng 65 tỷ m<sup>3</sup>/năm và chủ yếu sử dụng nguồn nước mặt (59,9 tỷ m<sup>3</sup>).

- *Công nghiệp*: tổng lượng nước sử dụng trong ngành công nghiệp khoảng 7,49 tỷ m<sup>3</sup>/năm, trong đó chủ yếu là sử dụng nguồn nước mặt với tổng lượng nước sử dụng 7,06 tỷ m<sup>3</sup>/năm.

- *Cấp nước sinh hoạt đô thị, nông thôn*: cả nước có khoảng 4.500 hệ thống cấp nước tập trung lớn, nhỏ cho cả đô thị và nông thôn với tổng công suất thiết kế đạt khoảng 10,9 triệu m<sup>3</sup>/ngày, trong đó khai thác thực tế khoảng 8,3 triệu m<sup>3</sup>/ngày (trong đó khai thác từ nguồn nước mặt chiếm 87%).

- *Thủy điện*: tài nguyên nước cũng đã góp phần quan trọng trong việc bảo đảm an ninh năng lượng của Việt Nam trong bối cảnh nhu cầu về năng lượng không ngừng gia tăng. Tiềm năng thủy điện của Việt Nam là khá lớn, tập trung trên lưu vực sông Hồng - Thái Bình, Đồng Nai, Vu Gia - Thu Bồn, Sê San - Srêpok.

- *Nuôi trồng thủy sản*: cũng như lúa gạo và các ngành nông sản khác, không thể phủ nhận sự đóng góp quan trọng của tài nguyên nước trong sự tăng trưởng mạnh mẽ sản lượng nuôi trồng thủy sản trong những năm gần đây, với mức tăng trưởng bình quân trên 12 %/năm, đưa Việt Nam vào danh sách các quốc gia có mức cạnh tranh cao trên thế giới về cung ứng nguồn thủy - hải sản.

- *Giao thông thủy*: Việt Nam với mạng lưới sông suối dày đặc với tỉ lệ gần 0,6 km/km<sup>2</sup> (được xếp vào loại cao trên thế giới). Vùng có mật độ sông ngòi cao nhất là đồng bằng sông Cửu Long 0,68km/km<sup>2</sup>.

### 1.2.2.3. Tình hình an ninh nước tại Việt Nam

Cũng theo Bộ Tài nguyên và Môi trường [1], Việt Nam là một trong những quốc gia hứng chịu thảm họa thiên tai lớn nhất ở Đông Á, Thái Bình Dương và rủi ro thiên tai đang gia tăng. Việc bảo đảm nguồn nước, cấp nước an toàn đang gặp nhiều thách thức lớn, cụ thể:

- *Nguồn nước của Việt Nam chủ yếu phụ thuộc vào nước ngoài*: nước ta có trên 206 sông, suối lớn, nhỏ là sông xuyên biên giới. Trong 13 lưu vực sông có diện tích lưu vực lớn hơn 10.000 km<sup>2</sup> có tới 7 lưu vực sông liên quốc gia, với phần diện tích lưu vực ở ngoài nước gấp 1,5 - 3 lần phần lưu vực ở trong nước.

- *Nguồn nước phân bố không đều theo không gian và thời gian*: Toàn bộ phần lãnh thổ từ các tỉnh biên giới phía Bắc đến Thành phố Hồ Chí Minh, nơi có 80% dân số và trên 90% hoạt động sản xuất, kinh doanh dịch vụ nhưng

chỉ có gần 40% lượng nước của cả nước; 60% lượng nước còn lại là ở vùng đồng bằng sông Cửu Long, nơi chỉ có 20% dân số và khoảng 10% hoạt động sản xuất, kinh doanh dịch vụ. Lưu vực sông Đồng Nai, chỉ có 4,2% lượng nước, nhưng đang đóng góp khoảng 30% tổng sản phẩm quốc nội của cả nước.

Lượng nước trong 3-5 tháng mùa lũ chiếm tới 70-80%, trong khi đó 7-9 tháng mùa kiệt chỉ xấp xỉ 20-30% lượng nước cả năm. Phân bố lượng nước giữa các năm cũng biến đổi rất lớn, trung bình cứ 100 năm thì có 5 năm lượng nước chỉ bằng khoảng 70-75% lượng nước trung bình nêu trên.

- *Tác động của phát triển kinh tế - xã hội đến tài nguyên nước:* Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển kinh tế vượt bậc, quá trình đô thị hóa nhanh, các hoạt động sản xuất công nghiệp, nông nghiệp, gia tăng các hoạt động xả nước thải nhất là các loại hình nước thải không được xử lý đúng quy chuẩn, kỹ thuật... đã và đang tác động và gây sức ép ngày càng lớn, trầm trọng đến cả về số lượng và chất lượng nguồn nước các các sông, suối và các tầng chứa nước, đặc biệt là các nguồn nước phục vụ để sản xuất nước sạch cấp cho mục đích sinh hoạt.

Hầu hết các sông chính ở Việt Nam đều đã và đang bị ô nhiễm với các mức độ khác nhau. Các đô thị ngày càng tăng trong khi tình trạng sử dụng nước lãng phí, kém hiệu quả vẫn còn phổ biến. Rừng đầu nguồn bị suy giảm, tình trạng phá rừng ở Việt Nam đã ở mức báo động gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến nguồn sinh thủy trên các lưu vực sông, mất rừng cũng đồng nghĩa với mất tầng trữ nước bề mặt, mưa bao nhiêu sẽ thành dòng chảy làm tăng nguy cơ lũ lụt.

- *Biến đổi khí hậu đã và đang tác động rất lớn đến tài nguyên nước của Việt Nam:* Nước ta là một trong những quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu, trong đó tài nguyên nước sẽ chịu những ảnh hưởng lớn nhất và sớm nhất do những diễn biến bất thường về lượng mưa và nước biển

dâng, tập trung mạnh nhất ở hai khu vực sản xuất lúa gạo và sản phẩm thủy sản chủ yếu của cả nước là vùng đồng bằng sông Cửu Long và đồng bằng sông Hồng. Hiện tượng này đã xuất hiện rõ trong những năm gần đây và ảnh hưởng nghiêm trọng đến tài nguyên nước, điển hình là hiện tượng hán hán, thiếu nước trên các lưu vực sông. Cụ thể như đợt hạn hán lịch sử vào mùa khô năm 2015 - 2016 và 2019 - 2020 xảy ra ở phần lớn các khu vực ở nước ta như vùng Nam Trung Bộ, Tây Nguyên, Đông Nam Bộ, vùng đồng bằng sông Cửu Long...

Với những thực trạng về an ninh nước nêu trên, nhận thấy sự cần thiết phải đảm bảo an ninh nước quốc gia, Quốc hội Khóa XIV đã ban hành Nghị quyết số 124/2020/QH14 ngày 11/11/2020 về kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội năm 2021, trong đó giao Chính phủ xây dựng Đề án đảm bảo an ninh nguồn nước và an toàn đập, hồ chứa nước giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2045 trình Quốc hội xem xét tại kỳ họp cuối năm 2021 [17].

### ***1.2.3. Tổng quan các nghiên cứu về an ninh nước tại Việt Nam***

Tại Việt Nam, các nghiên cứu liên quan đến an ninh nước vẫn chưa nhiều và chưa có nghiên cứu nào thiết lập được bộ chỉ số về an ninh nước cho khu vực nghiên cứu liên quan đến luận án. Đến nay có một số nghiên cứu liên quan đến an ninh nước gồm:

Năm 2013, một nghiên cứu của Lê Bắc Huỳnh [6] đã chỉ ra 2 nguyên nhân gây ra tình trạng khan hiếm nước Việt Nam, cụ thể: (i) Sự phân phối nhu cầu tiêu thụ nước vào mùa khô giữa sản xuất thủy điện và nhu cầu cho các lĩnh vực, nhất là đối với sản xuất nông nghiệp ở hạ du trên một số lưu vực sông lớn trong những năm gần đây; (ii) Chất lượng môi trường nước đang ngày càng đi xuống đã gây ra các ảnh hưởng trực tiếp đến cộng đồng, đặc biệt đối với dân cư tại những khu vực kém phát triển kinh tế - xã hội, sống phụ thuộc vào môi trường tự nhiên. Nghiên cứu đã chỉ ra tầm quan trọng của việc

đảm bảo an ninh nguồn nước đối với phát triển kinh tế, đồng thời đánh giá Việt Nam đang đối mặt với nguy cơ gây mất an ninh nguồn nước nhưng chưa có những giải pháp đồng bộ, toàn diện về chính sách, thể chế để bảo vệ an ninh nguồn nước, phát triển bền vững.

Nghiên cứu năm 2014 của tác giả Phạm Thành Dung [3] đã chỉ ra các nguy cơ thách thức về an ninh nguồn nước tại Việt Nam, có 4 yếu tố được liệt kê, cụ thể: (i) Lượng nước trên lãnh thổ Việt Nam có 60% dòng chảy sông ngòi thuộc các khu vực của quốc gia khác; (ii) Sự đe dọa của biến đổi khí hậu đối với nguồn tài nguyên nước; (iii) Chất lượng nguồn nước ngày càng kém bởi sự phát triển của kinh tế, xã hội; (iv) Nhu cầu sử dụng nước ngày càng tăng cao trong khi trữ lượng nước và chất lượng lại đi xuống. Tác giả cũng đưa ra một số giải pháp nhằm phát triển bền vững tài nguyên nước, đảm bảo an ninh nguồn nước.

Năm 2015, Nghiên cứu “Phát triển và ứng dụng một khung đánh giá an ninh nguồn nước cho thành phố Hà Nội” của Nguyễn Đức Hải [4] đã chỉ ra chỉ số an ninh nguồn nước của Hà Nội và chỉ số tổng hợp an ninh nguồn nước tương ứng với các năm 2005, 2010 và 2015, và qua đó, nghiên cứu chỉ ra rằng các chỉ số an ninh nguồn nước của Thành phố Hà Nội tăng dần theo thời gian. Dựa trên phương pháp tính bình quân số học, coi trọng số của các chỉ số, nhóm chỉ số, khu vực, nghiên cứu đã chia Hà Nội thành 4 khu vực (Trung tâm, Bắc, Tây và Nam) và 5 nhóm chỉ số theo các tiêu chí: (1) Hộ gia đình; (2) Kinh tế; (3) Môi trường; (4) Thiên tai; và (5) Quản trị, quản lý.

Một nghiên cứu của tác giả Vũ Trọng Hồng vào năm 2015 [5] đã nêu ra bảy vấn đề đối với an ninh tài nguyên nước tại Việt Nam: (i) Sự lệ thuộc vào dòng chảy tại các con sông nằm ngoài lãnh thổ; (ii) Khả năng trữ nước và nhu cầu sử dụng nước đang không tương ứng; (iii) Chính phủ chưa đưa ra một chính sách, thể chế cụ thể về sử dụng nước; (iv) Việc cung cấp nước, sử dụng

nước giữa các bên chưa hiệu quả (Trung ương - địa phương, địa phương - địa phương, địa phương - doanh nghiệp); (v) Ý thức của người dân đối với việc bảo vệ nguồn tài nguyên nước; (vi) Tác động của biến đổi khí hậu đối với tài nguyên nước; (vii) Việc phát triển kinh tế và xu thế hội nhập ảnh hưởng đến tài nguyên nước tại Việt Nam. Qua đó, tác giả kết luận an ninh nguồn nước tại Việt Nam đang chịu ảnh hưởng rất lớn cả về những nguyên nhân chủ quan và khách quan. Việc bảo vệ an ninh nguồn nước là nhiệm vụ của toàn xã hội, đồng thời cần có những biện pháp cụ thể về thể chế, chính sách để giúp cho công tác quản lý, việc phân bổ nguồn nước hiệu quả, tránh lãng phí, duy trì an ninh nguồn nước cho mục tiêu phát triển bền vững.

“Nghiên cứu xây dựng mô hình đảm bảo an ninh nguồn nước - áp dụng thử nghiệm đối với việc sử dụng nước cho thủy điện trên dòng chính sông Đà” của Nguyễn Trúc Lê và Nguyễn Mạnh Cường năm 2016 [8] đã chia việc nguy cơ gây mất an ninh nguồn nước làm các nhóm: nhân tố tự nhiên (lưu lượng nước và biến đổi khí hậu), cơ chế và chính sách (liên quốc gia, liên tỉnh) và nhu cầu sử dụng nước của nền kinh tế (xây dựng thủy điện, phục vụ công nghiệp, nông nghiệp). Nghiên cứu cũng đưa ra các đề xuất, giải pháp để có thể khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên nước trên dòng chính sông Đà.

Một trong những nghiên cứu nổi bật về an ninh nguồn nước ở Việt Nam là của tác giả Nguyễn Thị Mùi [9] năm 2019 nghiên cứu về an ninh nguồn nước cho phát triển bền vững lưu vực sông Mã. Nghiên cứu xây dựng được bộ chỉ số an ninh nguồn nước lưu vực sông Việt Nam gồm 18 chỉ số chia làm 6 nhóm chỉ số an ninh nguồn nước: (i). Nhóm chỉ số an ninh nguồn nước liên quan đến nguồn nước đến lưu vực sông; (ii). Nhóm chỉ số an ninh nguồn nước liên quan đến cung cấp nước sạch cho dân sinh; (iii). Nhóm chỉ số an ninh nguồn nước dựa vào mức độ kinh tế sử dụng nước của lưu vực sông; (iv). Nhóm chỉ số an ninh nguồn nước liên quan đến bảo vệ hệ sinh thái

và môi trường dòng sông; (v). Nhóm chỉ số an ninh nguồn nước dựa vào các rủi ro, thiệt hại do thiên tai; (vi). Nhóm chỉ số an ninh nguồn nước liên quan đến quản lý tài nguyên nước, quản lý lưu vực sông. Phân cấp mức độ đảm bảo an ninh nguồn nước lưu vực. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu luận án đã đề xuất một số định hướng giải pháp công trình, phi công trình nhằm đảm bảo an ninh nguồn nước lưu vực.

#### ***1.2.4. Các nghiên cứu liên quan đến an ninh nước tại Quảng Ngãi***

Hiện tại chưa có nhiều nghiên cứu trực tiếp về an ninh nước ở Quảng Ngãi nhưng cũng đã có các nghiên cứu xác định tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước của tỉnh.

Năm 2010, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (nay là Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu), Bộ Tài nguyên và Môi trường [19] đã thực hiện Dự án “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng”. Trên cơ sở các kịch bản biến đổi khí hậu, dự án đã đánh giá tác động đến các yếu tố dòng chảy (năm, mùa lũ, mùa cạn), lũ, ngập lụt, xâm nhập mặn, nhu cầu nước trong nông nghiệp và thủy điện; đề xuất các giải pháp thích ứng cho 6 lưu vực sông chính ở Việt Nam. Trong đó chỉ ra một số tác động chính lên tài nguyên nước trên các lưu vực sông như sau: Sông Thu Bồn, sông Ba, chịu sức ép của việc khai thác, sử dụng nước khá cao, hệ thống thủy điện vừa và nhỏ dày đặc, trong tương lai dưới tác động của biến đổi khí hậu, tranh chấp về nước sẽ diễn ra gay gắt. Đồng thời, lũ lớn hơn dẫn đến diện tích ngập lụt gia tăng, (khoảng 4% năm 2050 lên đến 9% trong năm 2100). Trong mùa cạn, hạ lưu thiếu nước, xâm nhập mặn đe dọa vùng đồng bằng ở hạ lưu với độ sâu xâm nhập mặn tăng khoảng 3km trên sông Ba và có thể lên 8 km tại một số nhánh sông thuộc hệ thống sông Thu Bồn trong năm 2100.

Năm 2015, Huỳnh Thị Lan Hương [7] đã chủ trì thực hiện một nghiên cứu về việc đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đối với tỉnh Quảng Ngãi và đề xuất các giải pháp ứng phó. Tại nghiên cứu này, nội dung về tài nguyên nước được đánh giá gồm: thay đổi phân bố mưa, dòng chảy trong năm; thay đổi lượng bốc thoát hơi nước; thay đổi nhu cầu nước cho cây trồng; gia tăng lượng nước mùa lũ, mức độ lũ; gia tăng ngập lụt vùng đồng bằng; giảm lượng nước trong mùa khô, gia tăng mức độ hạn hán; gia tăng xâm nhập mặn, thủy triều xâm nhập sâu hơn; hạn chế tiêu nước đô thị, gia tăng mức độ ngập úng. Kết quả nghiên cứu của đề tài này cũng xin được kế thừa một phần (các tài liệu, số liệu tại địa phương) trong việc thực hiện các nội dung nghiên cứu liên quan đến tỉnh Quảng Ngãi:

- Về bốc hơi tiềm năng: So với kịch bản cơ sở, do nhiệt độ ở các thời kì tương lai theo các kịch bản biến đổi khí hậu tăng, nên lượng bốc hơi tiềm năng ở các thời kì tương ứng cũng tăng so với thời kì cơ sở.

- Về tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy năm: Theo kết quả tính toán, nhìn chung, dòng chảy năm tại các trạm Sơn Giang và An Chỉ đều có xu hướng tăng trong tất cả các thời kì của các kịch bản biến đổi khí hậu. Mức độ tăng so với thời kì cơ sở có sự khác nhau giữa các trạm và giữa các thời kì của các kịch bản.

**Bảng 1.2. Hệ số dòng chảy tại trạm thủy văn theo các kịch bản**

<b>Kịch bản</b>	<b>Thời kì</b>	<b>Sơn Giang</b>	<b>An Chỉ</b>
Nền	1980-1999	0,766	0,751
B1	2020-2039	0,774	0,762
	2040-2059	0,781	0,768
	2060-2079	0,784	0,769
	2080-2099	0,779	0,762
B2	2020-2039	0,776	0,764
	2040-2059	0,784	0,772
	2060-2079	0,794	0,78
	2080-2099	0,80	0,786

Kịch bản	Thời kì	Sơn Giang	An Chỉ
A2	2020-2039	0,779	0,768
	2040-2059	0,788	0,776
	2060-2079	0,798	0,784
	2080-2099	0,81	0,807

*Nguồn: Huỳnh Thị Lan Hương, 2015 [7]*

- Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa lũ: Dòng chảy trong các tháng mùa lũ đều có xu hướng tăng so với kịch bản cơ sở.

- Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa cạn: Xét toàn bộ mùa cạn, lượng dòng chảy trung bình mùa cạn đều có xu thế tăng nhẹ ở tất cả các kịch bản biến đổi khí hậu ở cả hai trạm Sơn Giang và An Chỉ.

- Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy tháng: Tại trạm An Chỉ, dòng chảy tháng có xu thế giảm so với kịch bản cơ sở từ tháng II đến tháng VII ở cả ba kịch bản B1, B2 và A2 trong tất cả các thời kì. Tại trạm Sơn Giang, dòng chảy tháng có xu thế giảm so với kịch bản cơ sở từ tháng IV đến tháng VII. Dòng chảy trong các tháng còn lại ở tất cả các thời kì đều có xu thế tăng so với kịch bản cơ sở.

- Tác động của biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn: Năm 1996 được coi là năm hạn tương đối nghiêm trọng ở tỉnh Quảng Ngãi. Mặt khác, năm 1996 có đầy đủ số liệu đầu vào (số liệu khí tượng, thủy văn, địa hình và số liệu đo mặn) và số liệu dùng để hiệu chỉnh và kiểm định để tính toán xâm nhập mặn cho tỉnh Quảng Ngãi. Do vậy, năm 1996 được chọn làm năm cơ sở (thời kì cơ sở) để tính toán xâm nhập mặn theo các kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho hệ thống sông Vệ - Trà Khúc, tỉnh Quảng Ngãi.

### **1.3. Tiểu kết Chương 1**

Qua tổng quan tài liệu, có thể nhận thấy trên thế giới có nhiều khái niệm về an ninh nước. Tại Việt Nam, hiện các cơ quan quản lý nhà nước, các đề tài nghiên cứu chủ yếu sử dụng cụm từ “an ninh nguồn nước” và “an ninh

tài nguyên nước”, nhưng về bản chất nội hàm là tương tự nhau. Tổng hợp lại thì định nghĩa của Ủy ban Liên hợp quốc về nước [42] bao hàm tương đối đầy đủ các nội dung về an ninh nước, cụ thể an ninh nước được đảm bảo khi một cộng đồng người dân được đáp ứng đủ nước một cách cơ bản cả về số lượng lẫn chất lượng để duy trì cuộc sống, phát triển kinh tế - xã hội, nhưng không bị ảnh hưởng bởi vấn đề ô nhiễm nước và các thảm họa liên quan đến nước; và quan trọng là tất cả các yếu tố nêu trên phải được duy trì trong điều kiện hệ sinh thái vẫn được bảo tồn, cuộc sống hoà bình, chính trị ổn định. Như vậy an ninh nước được đảm bảo khi:

(i) Cộng đồng người dân có đủ nước để sử dụng cho đời sống, sinh hoạt, ăn uống và phục vụ phát triển kinh tế - xã hội;

(ii) Chất lượng nước được đảm bảo, sử dụng nước không bị ô nhiễm;

(iii) Không bị ảnh hưởng bởi các thảm họa, thiên tai liên quan đến nước;

(iv) Tất cả các yếu tố nêu trên phải được duy trì trong điều kiện hệ sinh thái vẫn được bảo tồn, cộng đồng sống trong hòa bình, chính trị ổn định.

Luận án sẽ sử dụng cụm từ “an ninh nước” và định nghĩa này trong suốt quá trình thực hiện nghiên cứu. Việc sử dụng cụm từ an ninh nước theo như định nghĩa ở trên bao gồm cả nguồn nước và tài nguyên nước. Tuy nhiên, định nghĩa an ninh nước như trên là rất rộng, bao hàm cả những yếu tố mang tính vi mô (như số lượng, chất lượng nước, ...) và vĩ mô (như tình hình kinh tế, chính trị, xã hội, an ninh), do đó phạm vi Luận án chỉ thực hiện nghiên cứu và tính toán đối với các yếu tố: số lượng nước mặt, thảm họa, thiên tai liên quan đến nước và một phần của yếu tố kinh tế - xã hội. Phạm vi này vẫn đảm bảo khái niệm “an ninh nước” xuyên suốt trong Luận án.

Trên thế giới, mặc dù có nhiều nghiên cứu về an ninh nước, kể cả các nghiên cứu đề xuất việc đánh giá, lượng hóa mức độ an ninh nước nhưng

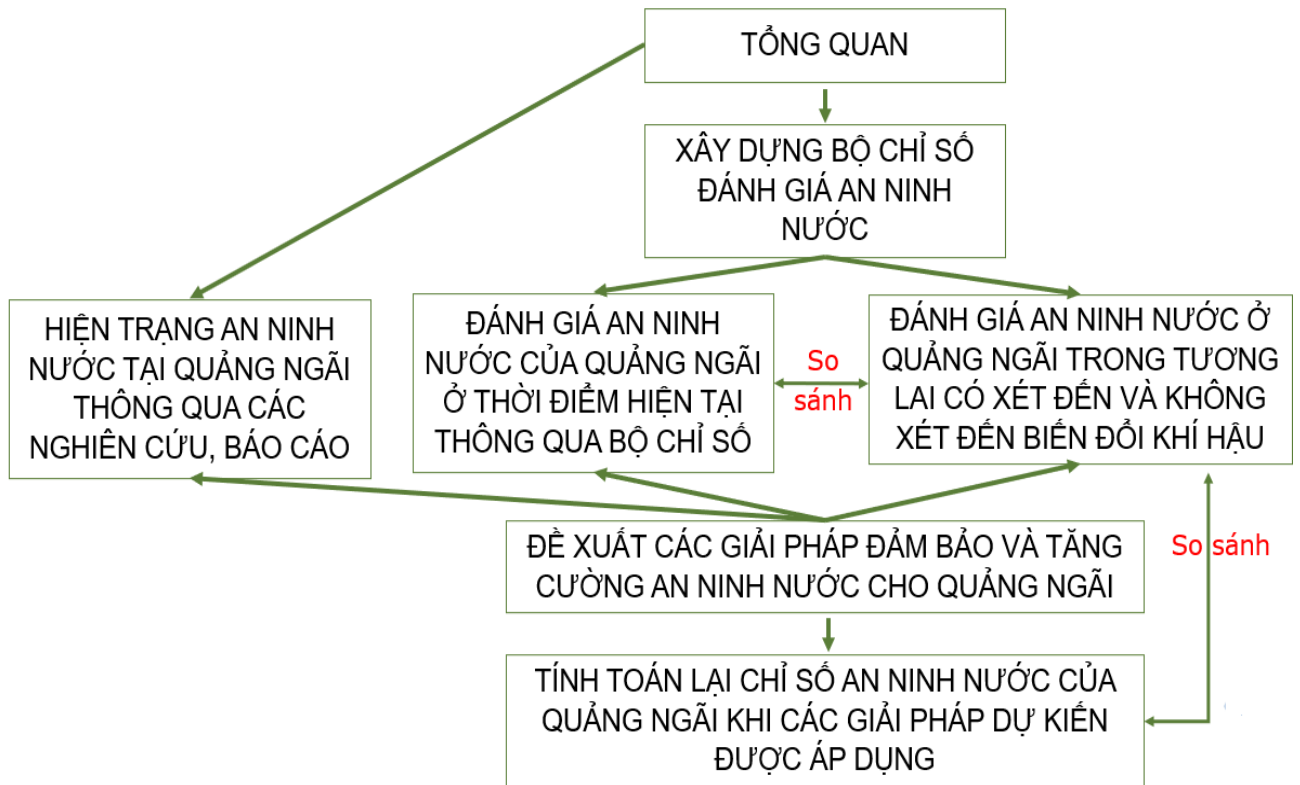
chưa có nhiều nghiên cứu đánh giá an ninh nước trong bối cảnh biến đổi khí hậu, đặc biệt là việc áp dụng các bộ chỉ số/bộ tiêu chí để đánh giá vấn đề này. Đối với tình hình trong nước, mặc dù đã có nhiều vấn đề phát sinh về an ninh nước trên cả nước nói chung và ở Quảng Ngãi nói riêng nhưng Việt Nam chưa có nhiều nghiên cứu về an ninh nước, ngay cả trong các văn bản pháp luật của Nhà nước cũng chưa đề cập đến vấn đề này, đặc biệt việc nghiên cứu an ninh nước trong điều kiện biến đổi khí hậu.

Do đó Luận án nghiên cứu sẽ nhằm giải quyết mối liên quan giữa an ninh nước trong điều kiện biến đổi khí hậu tại Việt Nam, áp dụng thử nghiệm cho một tỉnh là Quảng Ngãi.

Với các nội dung tiêu kết nêu trên, các Chương tiếp theo của Luận án hướng tới giải quyết ba vấn đề sau đây:

- (1) Nghiên cứu lựa chọn bộ chỉ số phù hợp để đánh giá an ninh nước;
- (2) Tính toán an ninh nước ở thời điểm hiện tại và tương lai, có xét đến và không xét đến điều kiện biến đổi khí hậu.
- (3) Nghiên cứu đề xuất các giải pháp đảm bảo an ninh nước ở tỉnh Quảng Ngãi.

Sơ đồ nghiên cứu của Luận án được trình bày trong Hình 1.2.



**Hình 1.2. Sơ đồ nghiên cứu của Luận án**

## **CHƯƠNG 2:**

### **PHƯƠNG PHÁP LUẬN VÀ SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU**

#### **AN NINH NƯỚC TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

#### **2.1. Phương pháp đánh giá an ninh nước**

##### **2.1.1. Cấu trúc bộ chỉ số đánh giá an ninh nước**

Thông qua tổng quan tài liệu tại Chương 1 và căn cứ vào định nghĩa về an ninh nước của UN-Water, Luận án đã xác định các yếu tố cần đạt được để đảm bảo an ninh nước, gồm:

- (i) Cộng đồng người dân có đủ nước để sử dụng cho đời sống, sinh hoạt, ăn uống và phục vụ phát triển kinh tế - xã hội;
- (ii) Chất lượng nước được đảm bảo, sử dụng nước không bị ô nhiễm;
- (iii) Không bị ảnh hưởng bởi các thiên tai liên quan đến nước;
- (iv) Tất cả các yếu tố nêu trên phải được duy trì trong điều kiện hệ sinh thái vẫn được bảo tồn, cộng đồng sống trong hòa bình, chính trị ổn định.

Luận án đã xây dựng dự thảo Bộ chỉ số để đánh giá an ninh nước (trước khi đưa ra lấy ý kiến chuyên gia như trình bày trong Bảng 2.1 dưới đây) gồm có 04 nhóm chỉ số chính thể hiện 4 khía cạnh về khái niệm an ninh nước của UN-Water, cụ thể:

- (1) Nhóm chỉ số Hệ sinh thái: điều kiện hệ sinh thái vẫn được bảo tồn;
- (2) Nhóm chỉ số Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước: Tài nguyên nước không bị ảnh hưởng bởi các thiên tai liên quan đến nước;
- (3) Nhóm chỉ số Kinh tế - Xã hội: đảm bảo đủ nước để sử dụng cho đời sống, sinh hoạt, ăn uống và phục vụ phát triển kinh tế - xã hội;
- (4) Tài nguyên nước và con người: chất lượng nước được đảm bảo, sử dụng nước không bị ô nhiễm.

Mỗi nhóm chỉ số chính sẽ bao gồm các chỉ số thành phần, tất cả có 27 chỉ số thành phần. Bộ chỉ số này sẽ được đưa ra xin ý kiến của các chuyên gia để lựa chọn chỉ số phù hợp.

**Bảng 2.1. Bộ chỉ số đánh giá an ninh nước dự thảo**

<b>Chỉ số chính</b>	<b>Chỉ số thành phần</b>
<b>Hệ sinh thái</b>	Hiện trạng ô nhiễm
	Sức ép nguồn nước
	Chỉ số tài nguyên nước
	Mặt đệm
	Hệ số suy giảm hệ sinh thái
	Chỉ số an ninh nước dựa vào mức độ duy trì nước cho hệ sinh thái và Môi trường trên sông chính
<b>Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước</b>	Sức khỏe cộng đồng (bệnh phát tán từ nguồn nước)
	Tần suất lũ
	Số ngày hạn hán
	Vùng dễ bị lũ lụt
	Lượng mưa trung bình năm
	Nhiệt độ trung bình năm
<b>Kinh tế - Xã hội</b>	Giá nước
	Khả năng chi trả
	Ngân sách nhà nước chi cho nước và xử lý nước thải
	Chi phí vận hành và bảo trì
<b>Tài nguyên nước và con người</b>	Mức độ phong phú của nguồn nước
	Hệ số khan hiếm nước
	Hệ số biến đổi nguồn nước đến lưu vực sông
	Hệ số khai thác nguồn nước
	Tính sẵn có
	Tính đa dạng
	Tỷ lệ dân số sử dụng dịch vụ nước uống được quản lý an toàn
	Tỷ lệ người dân được tiếp cận hệ thống thu gom nước thải đạt tiêu chuẩn
	Nhà máy xử lý nước thải
	Chất lượng nước uống
	Hệ số xử lý nước thải

### **2.1.2. Phương pháp phân tích, lựa chọn chỉ số an ninh nước**

Phương pháp xin ý kiến chuyên gia là phương pháp được lựa chọn để xác định bộ chỉ số về an ninh nước. Các chuyên gia được lựa chọn là những nhà khoa học, nhà quản lý liên quan đến nội dung Luận án đến từ Viện Khoa

học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Viện Khoa học tài nguyên nước, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Cục Quản lý tài nguyên nước, Cục Biến đổi khí hậu, Tổng cục Khí tượng Thủy văn, Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Ngãi. Quá trình lựa chọn các chỉ số an ninh nước được thực hiện cụ thể qua 8 bước nhỏ, 3 giai đoạn trước, trong và sau khi tham vấn như sau:

- Giai đoạn trước khi tham vấn ý kiến chuyên gia:

+ Bước 1: Lựa chọn nhóm chuyên gia có liên quan tới quá trình tham vấn, số lượng 10 người (cụ thể như đã trình bày ở trên).

+ Bước 2: Xây dựng các chỉ số về an ninh nước dựa trên các tổng quan nghiên cứu và đánh giá sự phù hợp trong các nghiên cứu đối với luận án.

+ Bước 3: Xây dựng các câu hỏi nhằm xin ý kiến tham vấn của các chuyên gia và các nhà khoa học liên quan.

- Giai đoạn tham vấn ý kiến chuyên gia:

+ Bước 4: Tiến hành tham vấn lần 1

Buổi họp tham vấn ý kiến chuyên gia được tổ chức. Các chuyên gia được đề nghị đánh giá mức độ đồng thuận với bộ chỉ số đưa ra. Mức đồng thuận được sắp xếp từ 1-5 như sau: (i) rất không liên quan; (ii) không liên quan; (iii) có ít nhiều liên quan; (iv) liên quan; (v) rất liên quan. Mẫu câu hỏi cho các chuyên gia về các biện pháp thích ứng được trình bày trong Bảng 2.2.

+ Bước 5. Phân tích dữ liệu vòng 1

Sau khi thu thập dữ liệu bằng Phương pháp Delphi, mỗi nhóm tác giả lựa chọn quy tắc khác nhau để tổng hợp và phân tích kết quả, hai quy tắc hay sử dụng là KAMET và Khung DPSIR (giá trị Kendal được để đánh giá sự phù hợp của chỉ số cần tham vấn. Mức độ đồng thuận được cho điểm theo các ngưỡng 0,0-0,1; >0,1-0,3; >0,3-0,5; >0,5-0,7; >0,7-1,0 tương đương với mức độ đồng thuận rất yếu; yếu; trung bình; mạnh; rất mạnh).

**Bảng 2.2. Mẫu câu hỏi cho các chuyên gia về mức độ liên quan của bộ chỉ số nhằm đánh giá an ninh nước**

Mức độ có liên quan của chỉ số Chỉ số	Rất không liên quan (1)	Không liên quan (2)	Có ít nhiều liên quan (3)	Liên quan (4)	Rất liên quan (5)
<i>Chỉ số hệ sinh thái</i>					
....					
....					
<i>Chỉ số về thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước</i>					
....					
<i>Chỉ số về kinh tế - xã hội</i>					
.....					
<i>Chỉ số về tài nguyên nước và con người</i>					
....					
....					

Dựa vào kết quả đánh giá, các giá trị Trung vị (Md); Độ lệch tứ phân vị (Q); Giá trị trung bình (q<sub>i</sub>) và Phương sai (%) theo quy tắc KAMET được tính toán trong Bảng 2.3.

+ Bước 6. Áp dụng phương pháp xin ý kiến chuyên gia vòng 2

Bảng câu hỏi được gửi cho các chuyên gia trong vòng 2 để tham vấn ý kiến đồng thuận hoặc mức độ ổn định trong câu trả lời của các thành viên. Chỉ số không được sử dụng khi một chuyên gia không trả lời chắc chắn các câu hỏi đưa ra (Chu H. C., Hwang G. J., 2007) [24].

**Bảng 2.3. Bảng Quy tắc KAMET phân tích đánh giá từ các chuyên gia sử dụng phương pháp Delphi**

<i>Vòng t</i>	<i>Vòng t + 1</i>	<i>Vòng t + 2</i>
Giá trị trung bình ( $q_i$ ) $\geq 3,5$	Nếu ( $q_i$ ) $\geq 3,5$ , $Q \leq 0,5$ và (%) $< 15\%$ , thì $q_i$ được chấp nhận và không cần phải tham vấn về $q_i$ nữa.	
Giá trị trung bình ( $q_i$ ) $< 3,5$	Nếu ( $q_i$ ) $< 3,5$ và $Q \leq 0,5$ và (%) $\leq 15\%$ thì $q_i$ bị loại, và không cần phải tham vấn về $q_i$ nữa	Nếu ( $q_i$ ) $\geq 3,5$ , $Q \leq 0,5$ và (%) $\leq 15\%$ thì $q_i$ được chấp thuận và không cần phải tham vấn về $q_i$ nữa.
<p><i>Ghi chú: Giá trị trung bình (<math>q_i</math>): giá trị trung bình của các câu hỏi cho <math>q_i</math>;            Phương sai (%): tỷ lệ chuyên gia thay đổi ý kiến đánh giá đối với <math>q_i</math> và <math>Q</math> là Độ lệch tứ phân vị.</i></p>		

*Nguồn: Chu H. C., Hwang G. J. (2007) [24]*

- Giai đoạn sau khi tham vấn ý kiến chuyên gia:

+ Bước 7. Phân tích dữ liệu vòng 2

Sau khi dữ liệu được thu thập tại vòng 2, tiến hành phân tích kết quả. Việc phân tích dựa trên quy tắc KAMET như trên. Các chỉ số Trung vị (Md); Độ lệch tứ phân vị (Q); Giá trị trung bình ( $q_i$ ) và Phương sai (%) được tính toán lại ở bước này.

Trong trường hợp tất cả các câu hỏi được chấp thuận hoặc từ chối; hoặc Giá trị trung bình cao hơn 3,5 và Phương sai thấp hơn 15%, phương pháp xin ý kiến kết thúc (Chu H. C., Hwang G. J., 2007) [24].

+ Bước 8. Phân tích và tổng hợp kết quả

Căn cứ các bước nêu trên và Bộ chỉ số sơ bộ để lấy ý kiến chuyên gia nêu tại Bảng 2.1, kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 2.4 (chỉ số có dấu \*) là chỉ số bị loại do không đảm bảo điều kiện như nêu trên) và chỉ số lựa chọn cuối cùng được trình bày trong Bảng 2.5.

**Bảng 2.4. Kết quả xin ý kiến chuyên gia về bộ chỉ số**

Nhóm chỉ số	Chỉ số	Vòng tham vấn	Kết quả đánh giá của chuyên gia										Giá trị ở giữa trung bình (Md)	Độ lệch $\frac{1}{4}$ (Q)	Giá trị trung bình	Biên độ đánh giá (%)
			CG 1	CG 2	CG 3	CG 4	CG 5	CG 6	CG 7	CG 8	CG 9	CG 10				
Hệ sinh thái	Hiện trạng ô nhiễm	Vòng 1	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	0,5	4,5	11,11
		Vòng 2	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	0,5	4,6	
	Sức ép nguồn nước	Vòng 1	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	0,25	4,5	0
		Vòng 2	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	0,25	4,5	
	Chỉ số tài nguyên nước	Vòng 1	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,7	11,11
		Vòng 2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,9	
	Mặt đệm	Vòng 1	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	0,25	4,8	0
		Vòng 2	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	0,25	4,8	
	Hệ số suy giảm hệ sinh thái	Vòng 1	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,7	11,11
		Vòng 2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,9	
Chỉ số an ninh nước dựa vào mức độ duy trì nước cho hệ sinh thái và môi trường trên sông chính (*)	Vòng 1	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	4	0,25	4,5	11,11	
	Vòng 2	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	0,25	4,7		
Thiên tai và hiểm	Sức khỏe cộng đồng (bệnh phát tán từ	Vòng 1	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	0,5	3,4	22,2
		Vòng 2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	0,25	3,2	

Nhóm chỉ số	Chỉ số	Vòng tham vấn	Kết quả đánh giá của chuyên gia										Giá trị ở giữa trung bình (Md)	Độ lệch $\frac{1}{4}$ (Q)	Giá trị trung bình	Biên độ đánh giá (%)	
			CG 1	CG 2	CG 3	CG 4	CG 5	CG 6	CG 7	CG 8	CG 9	CG 10					
họa liên quan đến nước	nguồn nước) (*)																
	Tần suất lũ	Vòng 1	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	0	4,6	0	
		Vòng 2	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	0	4,6		
	Số ngày hạn hán	Vòng 1	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	0,25	4,4	0	
		Vòng 2	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	0,25	4,4		
	Tỉ lệ diện tích bị ngập lụt	Vòng 1	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	0,25	4,5	0	
		Vòng 2	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	0,25	4,5		
	Lượng mưa trung bình năm	Vòng 1	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,8	0	
		Vòng 2	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,8		
	Nhiệt độ trung bình năm	Vòng 1	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	0,25	4,5	22,22	
Vòng 2		5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0	4,7			
Kinh tế xã hội	Giá nước (*)	Vòng 1	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	0,5	3,4	22,2	
		Vòng 2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	0,25	3,2		
	Chi phí cho nước, vệ sinh	Vòng 1	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	0,25	4,5	22,22	
		Vòng 2	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	0,25	4,5		
	Chi trả cho dịch vụ nước và nước thải	Vòng 1	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	0,25	4,5	0	
		Vòng 2	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	0,25	4,5		
	Ngân sách nhà nước chi cho nước và xử lý	Vòng 1	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	0,5	3,4	22,2	
		Vòng 2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	0,25	3,2		

Nhóm chỉ số	Chỉ số	Vòng tham vấn	Kết quả đánh giá của chuyên gia										Giá trị ở giữa trung bình (Md)	Độ lệch $\frac{1}{4}$ (Q)	Giá trị trung bình	Biên độ đánh giá (%)	
			CG 1	CG 2	CG 3	CG 4	CG 5	CG 6	CG 7	CG 8	CG 9	CG 10					
	nước thải (*)																
	Chi phí vận hành và bảo trì (*)	Vòng 1	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	0,5	3,4	22,2	
		Vòng 2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	0,25	3,2		
Tài nguyên nước và con người	Mức độ phong phú của nguồn nước	Vòng 1	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,7	11,11	
		Vòng 2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,9		
	Hệ số khan hiếm nước	Vòng 1	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,7	11,11	
		Vòng 2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,9		
	Hệ số biến đổi nguồn nước đến lưu vực sông	Vòng 1	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,7	11,11	
		Vòng 2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,9		
	Hệ số khai thác nguồn nước	Vòng 1	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,7	11,11	
		Vòng 2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	0,25	4,9		
	Tính sẵn có nguồn nước (*)	Vòng 1	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	0,5	3,4	22,2	
		Vòng 2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	0,25	3,2		
	Tính đa dạng (*)	Vòng 1	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	0,5	3,4	22,2	
		Vòng 2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	0,25	3,2		
	Dân số tiếp cận nguồn nước sạch	Vòng 1	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	0,5	4,5	11,11	
		Vòng 2	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	0,5	4,6		

Nhóm chỉ số	Chỉ số	Vòng tham vấn	Kết quả đánh giá của chuyên gia										Giá trị ở giữa trung bình (Md)	Độ lệch $\frac{1}{4}$ (Q)	Giá trị trung bình	Biên độ đánh giá (%)
			CG 1	CG 2	CG 3	CG 4	CG 5	CG 6	CG 7	CG 8	CG 9	CG 10				
	Tỷ lệ người dân được tiếp cận hệ thống thu gom nước thải đạt tiêu chuẩn	Vòng 1	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	0,5	4,5	11,11
		Vòng 2	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	0,5	4,6	
	Nhà máy xử lý nước thải (*)	Vòng 1	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	0,5	3,4	22,2
		Vòng 2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	0,25	3,2	
	Chất lượng nước uống (*)	Vòng 1	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	0,5	3,4	22,2
		Vòng 2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	0,25	3,2	
	Hệ số xử lý nước thải (*)	Vòng 1	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	0,5	3,4	22,2
		Vòng 2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	0,25	3,2	

**Bảng 2.5. Các chỉ số an ninh nước trước và sau khi xin ý kiến chuyên gia**

<b>Chỉ số chính</b>	<b>Chỉ số trước khi xin ý kiến chuyên gia</b>	<b>Chỉ số cuối cùng sau khi xin ý kiến chuyên gia</b>
<b>Hệ sinh thái</b>	Hiện trạng ô nhiễm	Hiện trạng ô nhiễm
	Sức ép nguồn nước	Sức ép nguồn nước
	Chỉ số tài nguyên nước	Chỉ số tài nguyên nước
	Mật độ	Mật độ
	Hệ số suy giảm hệ sinh thái	Hệ số suy giảm hệ sinh thái
	Chỉ số an ninh nước dựa vào mức độ duy trì nước cho hệ sinh thái và Môi trường trên sông chính	
<b>Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước</b>	Sức khỏe cộng đồng (bệnh phát tán từ nguồn nước)	
	Tần suất lũ	Tần suất lũ
	Số ngày hạn hán	Số ngày hạn hán
	Vùng dễ bị lũ lụt	Tỉ lệ diện tích ngập lụt
	Lượng mưa trung bình năm	Lượng mưa trung bình năm
	Nhiệt độ trung bình năm	Nhiệt độ trung bình năm
<b>Kinh tế - Xã hội</b>	Giá nước	Chi phí cho nước, vệ sinh
	Khả năng chi trả	Chi trả cho dịch vụ nước và nước thải
	Ngân sách nhà nước chi cho nước và xử lý nước thải	
	Chi phí vận hành và bảo trì	
<b>Tài nguyên nước và con người</b>	Mức độ phong phú của nguồn nước	
	Hệ số khan hiếm nước	Hệ số khan hiếm nước
	Hệ số biến đổi nguồn nước đến lưu vực sông	Hệ số biến đổi nguồn nước đến lưu vực sông
	Hệ số khai thác nguồn nước	Hệ số khai thác nguồn nước
	Tính sẵn có	
	Tính đa dạng	
	Tỷ lệ dân số sử dụng dịch vụ nước uống được quản lý an toàn	Dân số được tiếp cận nguồn nước sạch
	Tỷ lệ người dân được tiếp cận hệ thống thu gom nước thải đạt tiêu chuẩn	Tỷ lệ người dân được tiếp cận hệ thống thu gom nước thải đạt tiêu chuẩn
	Nhà máy xử lý nước thải	
	Chất lượng nước uống	
	Hệ số xử lý nước thải	

### 2.1.3. Phương pháp tính toán các chỉ số thành phần

Căn cứ vào bộ chỉ số cuối cùng sau khi xin ý kiến chuyên gia như Bảng 2.5, Luận án thu được 04 chỉ số chính và 17 chỉ số thành phần. Các chỉ số này đã bám sát định nghĩa của UN-Water như nêu tại Chương 1 (phân tích chi tiết tại phần Tiểu kết). Cụ thể, các chỉ số được mô tả và diễn giải theo các công thức tính toán như Bảng 2.6.

**Bảng 2.6. Công thức tính và các chỉ số đầu vào để tính chỉ số thành phần**

Chỉ số chính	Chỉ số	Công thức tính
Hệ sinh thái	Hiện trạng ô nhiễm	<p>Chỉ số ô nhiễm: là tỉ lệ giữa tổng lượng nước hồi quy của các nhu cầu nước. Ô nhiễm xảy ra khi các ngành sau khi sử dụng nước xả thải ngược trở lại nguồn nước, do đó, chỉ số ô nhiễm được tính thông qua tỉ lệ giữa tổng lượng nước thải của nông nghiệp (30% lượng nước sử dụng) và công nghiệp, sinh hoạt (80% lượng nước sử dụng) so với tổng lượng nước tự nhiên. [14]</p> $I_{ON} = \frac{W_{NN} \cdot 30\% + W_{CN} \cdot 30\% + W_{SH} \cdot 80\%}{W_{TN}}$ <p>Trong đó: <math>I_{ON}</math> là chỉ số ô nhiễm (%); <math>W_{NN}</math> là tổng nhu cầu nước cho nông nghiệp (<math>m^3</math>); <math>W_{CN}</math> là tổng nhu cầu nước cho công nghiệp (<math>m^3</math>); <math>W_{SH}</math> là tổng nhu cầu nước cho sinh hoạt (<math>m^3</math>); <math>W_{TN}</math> là tổng lượng nước tự nhiên (<math>m^3</math>).</p>
	Sức ép nguồn nước	<p>Chỉ số sức ép nguồn nước: là tỉ lệ giữa tổng nhu cầu nước cho nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt so với tổng lượng nước tự nhiên.</p> $I_{SENN} = \frac{W_{NC}}{W_{TN}} * 100\%$ <p>Trong đó: <math>I_{SENN}</math> là chỉ số sức ép nguồn nước (%); <math>W_{NC}</math> là tổng nhu cầu nước cho nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt (<math>m^3</math>); <math>W_{TN}</math> là tổng lượng nước tự nhiên (<math>m^3</math>).</p>

Chỉ số chính	Chỉ số	Công thức tính
	Tài nguyên nước	<p>- Tỉ chuẩn lớp dòng chảy:</p> $\Delta Y = \frac{Y - Y_{TB}}{Y_{TB}} * 100\%$ <p>Trong đó: <math>\Delta Y</math> là tỉ chuẩn lớp dòng chảy (%); <math>Y</math> là lớp dòng chảy của đơn vị hành chính tính toán (m); <math>Y_{TB}</math> là lớp dòng chảy trung bình toàn khu vực nghiên cứu (m).</p> <p>- Chỉ số tài nguyên nước:</p> $I_{TNN} = \begin{cases} 1 & \text{nếu } \Delta Y \geq 0 \\ 100 + \Delta Y & \text{nếu } \Delta Y < 0 \end{cases}$ <p>Trong đó: <math>I_{TNN}</math> là chỉ số tài nguyên nước (%); <math>\Delta Y</math> là tỉ chuẩn lớp dòng chảy (%).</p>
	Mặt đệm	<p>Chỉ số mặt đệm: là tỉ lệ giữa diện tích bề mặt được phủ xanh (rừng + cây phân tán) so với tổng diện tích tự nhiên.</p> $I_{MĐ} = \frac{F_{MĐ}}{F_{TN}} * 100\%$ <p>Trong đó: <math>I_{MĐ}</math> là chỉ số mặt đệm (%); <math>F_{MĐ}</math> là diện tích bề mặt được phủ xanh (rừng + cây phân tán) (ha); <math>F_{TN}</math> là tổng diện tích tự nhiên (ha).</p>
	Hệ số suy giảm hệ sinh thái	$EH_e = \frac{A_d}{A}$ <p>Trong đó: <math>A_d</math> là tổng diện tích không được che phủ rừng và mặt nước (ha); <math>A</math> là tổng diện tích tự nhiên (ha).</p>
<b>Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước</b>	Tần suất lũ	<p>Chỉ số tần suất lũ:</p> $I_{TSL} = \begin{cases} 1 & \text{nếu } \Delta Y \leq 0 \\ 1 - \Delta Y / Y_{TB} & \text{nếu } \Delta Y > 0 \end{cases}$ <p>Trong đó: <math>I_{TSL}</math> là chỉ số tần suất lũ; <math>\Delta Y</math> là chuẩn sai số trận lũ (trận); <math>Y_{TB}</math> là số trận lũ trung bình giữa các đơn vị hành thuộc khu vực nghiên cứu (trận).</p>
	Số ngày hạn hán	<p>Chỉ số hạn hán:</p> $I_h = 1 - \frac{N_h}{N}$ <p>Trong đó: <math>I_h</math> là chỉ số ngày hạn hán; <math>N_h</math> là số ngày hạn hán xảy ra thời đoạn tính toán (ngày); <math>N</math> là tổng số ngày của thời đoạn tính toán (ngày).</p>

Chỉ số chính	Chỉ số	Công thức tính
	Tỉ lệ ngập lụt	<p>Chỉ số ngập lụt:</p> $I_{NL} = \frac{F_{NL}}{F_{TN}}$ <p>Trong đó: <math>I_{NL}</math> là chỉ số ngập lụt; <math>F_{NL}</math> là tổng diện tích bị ngập lụt (ha); <math>F_{TN}</math> là tổng diện tích tự nhiên (ha).</p>
	Lượng mưa trung bình năm	<p>Chỉ số lượng mưa:</p> $I_R = \begin{cases} 1 & \text{nếu } \Delta R > 0 \\ 1 - \Delta R/100 & \text{nếu } \Delta R \leq 0 \end{cases}$ <p>Trong đó: <math>I_R</math> là chỉ số lượng mưa, <math>\Delta R</math> là tỷ chuẩn lượng mưa (%).</p>
	Nhiệt độ trung bình năm	<p>Chỉ số nhiệt độ:</p> $I_T = \begin{cases} 1 & \text{nếu } \Delta T < 0 \\ 1 - \Delta T/T_{TB} & \text{nếu } \Delta T \geq 0 \end{cases}$ <p>Trong đó: <math>I_T</math> là chỉ số nhiệt độ; <math>\Delta T</math> là chuẩn sai nhiệt độ (°C); <math>T_{TB}</math> là nhiệt độ trung bình của khu vực nghiên cứu (°C).</p>
<b>Kinh tế xã hội</b>	Chi phí cho nước, vệ sinh	<p>- Nhu cầu sử dụng nước 1 tháng/người cho sinh hoạt:</p> $F_{SH} = \frac{F_{SH1nam} * 10^6}{12 * S}$ <p>Trong đó: <math>F_{SH}</math> là nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt 1 tháng/người (triệu đồng); <math>F_{SH1nam}</math> là nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt 1 năm; S là tổng dân số.</p> <p>- Chỉ số nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt:</p> $S_{SH} = \frac{F_{SH} * 6.096}{N_{TB}}$ <p>Trong đó: <math>S_{SH}</math> là chỉ số nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt (%); <math>F_{SH}</math> là nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt 1 tháng/người; <math>N_{TB}</math> là thu nhập bình quân 1 tháng của 1 người (triệu đồng).</p>
	Chi trả cho dịch vụ nước và nước thải	<p>- Nhu cầu sử dụng nước 1 tháng/người cho dịch vụ và nước thải:</p>

Chỉ số chính	Chỉ số	Công thức tính
		$F_{DVNT} = \frac{F_{NTPS} * 30}{S}$ <p>Trong đó: <math>F_{DVNT}</math> là nhu cầu sử dụng nước cho dịch vụ và nước thải 1 tháng/người (triệu đồng); <math>F_{NTPS}</math> là lượng nước thải phát sinh một ngày (<math>m^3</math>); S là tổng dân số.</p> <p>- Chỉ số nhu cầu sử dụng nước cho dịch vụ và nước thải:</p> $S_{DVNT} = \frac{F_{DVNT} * 6.096 * 0.1}{N_{TB}}$ <p>Trong đó: <math>S_{DVNT}</math> là chỉ số nhu cầu sử dụng nước cho dịch vụ nước thải (%); <math>F_{DVNT}</math> là nhu cầu sử dụng nước 1 tháng cho dịch vụ nước thải (1 tháng/người); <math>N_{TB}</math> là thu nhập bình quân 1 tháng của 1 người (triệu đồng).</p>
Tài nguyên nước và con người	Hệ số khan hiếm nước	<p>Tổng lượng nước năm tính theo đầu người:</p> $W = \frac{W_{DC}}{S}$ <p>Trong đó: W là tổng lượng nước tính theo đầu người (<math>m^3</math>/người); <math>W_{DC}</math> là tổng lượng dòng chảy đến (<math>m^3</math>); S là dân số (người).</p> <p>Hệ số khan hiếm nước:</p> $I_{KHN} = \frac{3588 - W}{3588}$
	Hệ số biến đổi nguồn nước của lưu vực sông	Hệ số biến đổi nguồn nước được thể hiện qua hệ số biến thiên $C_V$ của dòng chảy đến.
	Hệ số khai thác nguồn nước	<p>Hệ số khai thác nguồn nước là tỉ lệ giữa tổng nhu cầu nước cho các ngành kinh tế so với tổng lượng nước tự nhiên.</p> $I_{KTNN} = \frac{W_{NC}}{W_{TN}} * 100\%$ <p>Trong đó: <math>I_{KTNN}</math> là hệ số khai thác nguồn nước (%); <math>W_{NC}</math> là tổng nhu cầu nước của các ngành kinh tế (<math>m^3</math>); <math>W_{TN}</math> là tổng lượng nước tự nhiên (<math>m^3</math>).</p>

Chỉ số chính	Chỉ số	Công thức tính
	Dân số tiếp cận nguồn nước sạch	$I_{TCNNS} = \frac{P_{TCNNS}}{P} * 100\%$ <p>Trong đó: <math>I_{TCNNS}</math> là tỉ lệ dân số tiếp cận nguồn nước sạch (%); <math>P_{TCNNS}</math> là số dân được tiếp cận nguồn nước sạch (người); P là tổng số dân (người).</p>
	Tỉ lệ người dân sau khi sử dụng nước có hệ thống thu gom nước thải đạt tiêu chuẩn	<p>Tỉ lệ người dân được tiếp cận hệ thống thu gom nước thải đạt tiêu chuẩn.</p> $I_{HTNT} = \frac{H_{HTNT}}{H} * 100\%$ <p>Trong đó: <math>I_{HTNT}</math> là tỉ lệ người dân được tiếp cận hệ thống thu gom nước thải đạt tiêu chuẩn (%); <math>H_{HTNT}</math> là số hộ gia đình được tiếp cận hệ thống thu gom nước thải đạt tiêu chuẩn (hộ); P là tổng số hộ gia đình (hộ).</p>

*Nguồn: Tác giả tổng hợp*

#### 2.1.4. Phương pháp tính toán chỉ số tổng hợp an ninh nước

Bộ chỉ số an ninh nước cho tỉnh Quảng Ngãi bao gồm các chỉ số nêu tại Bảng 2.6. Giá trị của chỉ số an ninh nước được tính theo công thức:

$$ANN = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ANN_i$$

Trong đó:

ANN: Chỉ số an ninh nước

$ANN_i$ : Chỉ số thành phần thứ i; n là tổng số các nhóm chỉ số.

#### 2.1.5. Phương pháp phân ngưỡng mức độ an ninh nước

Giá trị của an ninh nước nằm trong phạm vi từ [0-1] do chúng được xác định từ các chỉ thị đã được chuẩn hóa, vì vậy giá trị của an ninh nước cũng nằm trong khoảng từ [0-1]. Trường hợp cực đoan, khi an ninh nước = 0, hệ thống bị uy hiếp nghiêm trọng, không còn phát huy được những chức năng vốn có, đòi hỏi phải thực hiện các giải pháp đảm bảo an ninh nước; khi an

ninh nước = 1, hệ thống được đánh giá là an toàn trước các tác động của điều kiện khí hậu hoặc biến đổi khí hậu.

Sau khi tính toán được giá trị của các chỉ số thành phần cho từng huyện, công thức tại Mục 2.1.4 được áp dụng để tính toán được mức độ an ninh nước cho từng huyện, các giá trị an ninh nước này cũng sẽ thay đổi trong phạm vi 0-1.

Để đánh giá được mức độ an ninh nước do biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước cần phải phân được ngưỡng giá trị cho các chỉ số an ninh nước. Để làm được việc trên, cần thiết phải xác định được phân bố xác suất của an ninh nước.

Theo giả thiết của Iyengar và Sudarshan, hàm mật độ xác suất của an ninh nước phù hợp với hàm Beta, là một hàm phân bố lệch, nhận giá trị từ 0-1, như sau:

$$f(z) = \frac{z^{a-1}(1-z)^{b-1}}{\beta(a,b)}, \quad 0 < z < 1 \text{ và } a, b > 0$$

$$\beta(a,b) = \int_0^1 z^{a-1} (1-z)^{b-1} dz$$

Với a, b là 2 thông số của hàm Beta.

Tuy nhiên, theo Vidwan, hàm mật độ xác suất của an ninh nước phù hợp hơn với phân bố chuẩn. Trên mặt phẳng tọa độ Risk ~ p% biểu thị phân bố xác suất của an ninh nước (Hình 2.1) sẽ xác định được 5 khoảng (0, Z<sub>1</sub>), (Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>), (Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub>), (Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub>) và (Z<sub>4</sub>, 1), mỗi khoảng có cùng xác suất 20%.

Mức độ an ninh nước của mỗi vùng được đánh giá như sau, nếu:

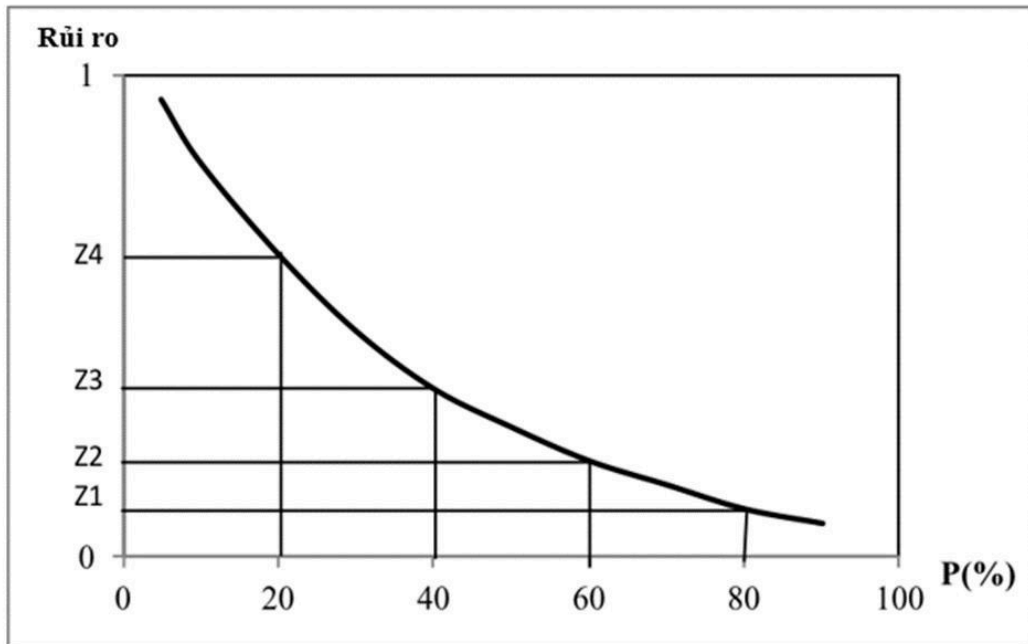
0 < ANN ≤ Z<sub>1</sub>: Mức độ an ninh nước rất thấp;

Z<sub>1</sub> < ANN ≤ Z<sub>2</sub>: Mức độ an ninh nước thấp;

Z<sub>2</sub> < ANN ≤ Z<sub>3</sub>: Mức độ an ninh nước trung bình;

Z<sub>3</sub> < ANN ≤ Z<sub>4</sub>: Mức độ an ninh nước cao;

Z<sub>4</sub> < ANN ≤ 1: Mức độ an ninh nước rất cao.



**Hình 2.1. Sơ đồ xác định ngưỡng mức độ an ninh nước đối với nước mặt**

Theo Ngô Trọng Thuận, Ngô Sỹ Giai (2015) [13], không nhất thiết phải xấp xỉ hàm phân bố xác suất của an ninh nước bằng hàm Beta, mà có thể xấp xỉ bằng nhiều hàm phân bố đã được tính sẵn như phân bố Kritxki - Menkel, hàm Gamma, thậm chí đơn giản lấy theo đường trung bình đi qua các điểm tần suất kinh nghiệm, bởi vì thực tế các hàm phân bố trên không khác nhau nhiều trong phạm vi tần suất từ 20-80%, sự khác nhau này không làm thay đổi vị trí của các vùng trong khi xếp loại mức phát triển. Trong nghiên cứu này, hàm phân bố xác suất của an ninh nước sẽ được xấp xỉ bằng hàm phân bố Kritxki – Menkel, số vùng đánh giá an ninh nước đủ lớn, bảo đảm xác định được các đặc trưng thống kê, phân chia an ninh nước trên cơ sở giả thiết sự phân bố đều của an ninh nước trong khoảng từ [0-1].

Số lượng đơn vị hành chính trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi không đủ lớn (14 đơn vị hành chính) nên khó xác định đường lũy tích an ninh nước đảm bảo độ tin cậy, vì thế phân cấp an ninh nước được chia thành các khoảng đều (Bảng 2.7).

**Bảng 2.7. Phân cấp an ninh nước áp dụng tính toán cho tỉnh Quảng Ngãi**

<b>Độ lớn R</b>	<b>Ý nghĩa</b>
$0 < ANN \leq 0,2$	an ninh nước rất thấp
$0,2 < ANN \leq 0,4$	an ninh nước thấp
$0,4 < ANN \leq 0,6$	an ninh nước trung bình
$0,6 < ANN \leq 0,8$	an ninh nước cao
$0,8 < ANN \leq 1$	an ninh nước rất cao

Trong đó: R là rủi ro đối với an ninh nước

## **2.2. Phương pháp mô hình toán**

Luận án sử dụng bộ mô hình MIKE bản quyền của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, bao gồm các mô hình toán thủy văn, thủy lực nhằm tính toán các số liệu phục vụ việc xây dựng các chỉ số đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước mặt.

### **2.2.1. Mô hình MIKE-NAM**

Mô hình MIKE-NAM là mô hình thủy văn dùng để mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy diễn ra trên lưu vực. Đây là mô hình nhận thức, tất định, có thông số tập trung. Mô hình này bao gồm một tập hợp các biểu thức toán học đơn giản để mô phỏng các quá trình trong chu trình thủy văn. Đây là một mô đun tính dòng chảy từ mưa trong bộ phần mềm thương mại MIKE do Viện Thủy lực Đan Mạch xây dựng và phát triển. Mô hình MIKE-NAM được sử dụng để đánh giá sự thay đổi dòng chảy của hệ thống sông trên lưu vực bao gồm dòng chảy năm, dòng chảy mùa lũ và mùa kiệt trên lưu vực.

Dữ liệu đầu vào của mô hình gồm:

- Bản đồ mô hình số độ cao (DEM) để mô phỏng địa hình lưu vực và mạng lưới sông suối cũng như xác định các lưu vực sông bộ phận.
- Các số liệu khí tượng gồm vị trí và lượng mưa tại các trạm khí tượng và các trạm đo mưa, lượng bốc hơi tiềm năng tại các trạm khí tượng.

- Số liệu lưu lượng dòng chảy tại các trạm thủy văn dùng để hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số của mô hình.

Kết quả đầu ra của mô hình là lượng dòng chảy mặt tại các điểm cần tính toán trên các lưu vực sông.

### **2.2.2. Mô hình MIKE11**

MIKE11 là mô hình thủy lực một chiều trong sông nằm trong bộ mô hình MIKE, dùng để mô phỏng dòng chảy, lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở các cửa sông, sông, kênh tưới... Các kết quả tính toán thủy lực được sử dụng làm đầu vào cho các mô hình khác như MIKE-FLOOD để tính toán ngập lụt hoặc có thể tính toán trực tiếp ngập lụt bằng cách đưa địa hình vào trong mô hình MIKE11.

Dữ liệu đầu vào của mô hình MIKE11 bao gồm:

- Địa hình mặt cắt ngang sông;
- Tài liệu về các công trình thủy lợi trên sông;
- Bản đồ địa hình chi tiết của khu vực nghiên cứu;
- Số liệu KTTV gồm:

+ Kết quả tính toán lưu lượng từ mô hình MIKE-NAM và số liệu lưu lượng nước thực đo tại các trạm thủy văn phía thượng lưu để làm biên trên.

+ Số liệu mực nước tại cửa sông để làm biên dưới.

+ Số liệu lưu lượng nước và mực nước tại các trạm thủy văn trên sông dùng để hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số của mô hình.

Kết quả đầu ra của mô hình MIKE11 là lưu lượng nước và mực nước tính toán tại các vị trí tính toán trên đoạn sông nghiên cứu cũng như diện tích ngập, độ sâu ngập, thời gian ngập trên khu vực nghiên cứu (nếu bổ sung bản đồ địa hình vào trong mô hình để tính toán ngập lụt).

Đề tài kế thừa bộ mô hình MIKE tính toán ngập lụt đã được hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình từ đề tài “Nghiên cứu những tác động biến

đôi khí hậu đối với tỉnh Quảng Ngãi; các giải pháp thích ứng và ứng phó” do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu thực hiện.

### **2.2.3. Mô hình CROPWAT**

Nhu cầu tưới nước cho các loại cây trồng được tính toán theo chương trình CROPWAT (Phiên bản 8.0). Đây là chương trình tính nhu cầu tưới, chế độ tưới và kế hoạch tưới cho các loại cây trồng trong các điều kiện khác nhau; được soạn thảo, công bố và yêu cầu áp dụng bởi tổ chức lương thực của Liên Hợp Quốc FAO. Chương trình CROPWAT đã được ứng dụng rất phổ biến tại nhiều nơi trên thế giới không chỉ vì nó là một chương trình tính tiến bộ, đầy đủ, hiện đại về nội dung mà còn vì nó rất tiện lợi và dễ sử dụng.

Nhu cầu tưới của cây trồng IRReq bằng hiệu số giữa nhu cầu nước của cây trồng và lượng mưa hiệu quả.

#### ***Tính toán lượng mưa hiệu quả***

Lượng mưa hiệu quả được tính theo công thức kinh nghiệm của FAO:

$$P_{\text{eff}} = 0.6 P_{\text{tot}} - 10 \quad \text{khi lượng mưa thực tế } P_{\text{tot}} < 70 \text{ mm}$$

$$P_{\text{eff}} = 0.8 P_{\text{tot}} - 24 \quad \text{khi lượng mưa thực tế } P_{\text{tot}} > 70 \text{ mm}$$

#### ***Tính toán lượng nước cần cho cây trồng***

Lượng nước cần cho cây trồng được tính theo công thức:

$$E_{\text{crop}} = K_c \cdot E_{\text{To}}$$

Trong đó:

$E_{\text{crop}}$ : Lượng nước cần của cây trồng hay lượng bốc hơi mặt ruộng.

$K_c$ : Hệ số cây trồng phụ thuộc vào từng loại cây trồng, thời kỳ sinh trưởng của cây trồng.

$E_{\text{To}}$ : Lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn được tính theo công thức Penman-Monteith xác định từ tài liệu khí hậu như nhiệt độ không khí, độ ẩm, số giờ nắng, độ bức xạ của ánh sáng và tốc độ gió trung bình tháng (mm/ngày).

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_a - e_s)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Trong đó:  $ET_o$ - Lượng bốc hơi chuẩn (mm/ngày);

$R_n$ - Bức xạ thực tại bề mặt cây trồng (MJ/m<sup>2</sup> ngày);

$G$  - Tỷ trọng thông lượng nhiệt độ đất (MJ/m<sup>2</sup> ngày);

$T$ - Nhiệt độ trung bình ngày tại độ cao 2 m so với mặt đất (°C);

$u_2$ - Tốc độ gió tại độ cao 2 m so với mặt đất (m/s);

$e_s$ - áp suất hơi nước bão hòa (kPa);  $e_a$ - áp suất hơi nước thực tế (kPa);

$e_s - e_a$ - Thiếu hụt áp suất hơi nước bão hòa (kPa);

$\Delta$ - Độ dốc của đường cong áp suất hơi nước (kPa/°C);

$\gamma$ - Hằng số của ẩm kế (kPa/°C).

### ***Tính toán lượng nước yêu cầu tưới***

Lượng nước yêu cầu tưới của từng loại cây trồng được tính theo thời đoạn 10 ngày bằng phương pháp cân bằng nước.

Lượng nước cần tưới trong thời đoạn tính toán như sau:

❖ *Đối với cây lúa:*

$$IRReq = (ET_{crop} + Perc + L_{prep}) - P_{eff}$$

Trong đó: -  $ET_{crop}$ : Lượng bốc hơi mặt ruộng (mm/ngày);

-  $Perc$ : Lượng nước hao do ngấm (mm/ngày);

-  $L_{prep}$ : Lượng nước chuẩn bị làm đất (mm/ngày);

-  $P_{eff}$ : Lượng mưa hiệu quả (mm/ngày).

❖ *Đối với cây trồng cạn:*

$$IRReq = ET_{crop} - P_{eff}$$

## **2.3. Phương pháp tính toán nhu cầu nước cho các ngành**

Nhu cầu nước tưới cho nông nghiệp được tính toán bằng mô hình CROPWAT (như trình bày ở trên). Nhu cầu nước cho lĩnh vực sinh hoạt,

công nghiệp, dịch vụ là sử dụng phương pháp phân tích thống kê dựa trên các chỉ tiêu cấp nước. Cụ thể như sau:

### **2.3.1. Tính toán nhu cầu nước cho công nghiệp**

Theo TCXDVN 33:2006 “Cấp nước - Mạng lưới đường ống và công trình tiêu chuẩn thiết kế” do Bộ Xây dựng ban hành năm 2006, Mục 2.4 quy định: “Tiêu chuẩn dùng nước cho nhu cầu sản xuất công nghiệp phải xác định trên cơ sở những tài liệu thiết kế đã có, hoặc so sánh với các điều kiện sản xuất tương tự. Khi không có số liệu cụ thể, có thể lấy trung bình:

- Đối với công nghiệp sản xuất rượu bia, sữa, đồ hộp, chế biến thực phẩm, giấy, dệt: 45 m<sup>3</sup>/ha/ngày.

- Đối với các ngành công nghiệp khác: 22 m<sup>3</sup>/ha/ngày”.

Công nghiệp sản xuất rượu bia, sữa, đồ hộp, chế biến thực phẩm, giấy, dệt của tỉnh Quảng Ngãi tập trung chủ yếu ở thành phố Quảng Ngãi, do đó, tiêu chuẩn cấp nước cho diện tích đất công nghiệp ở thành phố Quảng Ngãi sẽ được lấy bằng 45 m<sup>3</sup>/ha/ngày.

- Diện tích đất công nghiệp ở các huyện còn lại của tỉnh Quảng Ngãi sẽ được lấy tiêu chuẩn cấp nước bằng 22 m<sup>3</sup>/ha/ngày.

### **2.3.2. Tính toán nhu cầu nước cho sinh hoạt**

Theo TCXDVN 33:2006 “Cấp nước - Mạng lưới đường ống và công trình tiêu chuẩn thiết kế” do Bộ Xây dựng ban hành năm 2006.

Theo Bảng 2.8, nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt đối với dân số thành thị của thành phố Quảng Ngãi và các huyện còn lại đều sử dụng chỉ tiêu cấp nước trong mục II (Đô thị loại II, đô thị loại III).

Dân số thành thị và nông thôn dự báo trong tương lai của các huyện, thành phố được tính toán bằng các phương trình hồi quy sử dụng số liệu từ năm 2010 đến năm 2017. Các phương trình này đều có hệ số tương quan rất

cao, do đó, có thể sử dụng để dự báo dân số thành thị và nông thôn trong tương lai của các huyện, thành phố thuộc tỉnh Quảng Ngãi (Bảng 2.9).

**Bảng 2.8. Chỉ tiêu cấp nước cho các đối tượng dùng nước và thành phần cấp nước theo TCXDVN 33:2006 của Bộ Xây dựng**

STT	I. Đối tượng dùng nước và thành phần cấp nước	Giai đoạn		
		2010	2020	
<b>I</b>	<b>Đô thị loại đặc biệt, đô thị loại I, khu du lịch, nghỉ mát</b>			
a)	Nước sinh hoạt:			
	- Tiêu chuẩn cấp nước (l/người.ngày):	Nội đô	165	200
		Ngoại vi	120	150
	- Tỷ lệ dân số được cấp nước (%):	Nội đô	85	99
		Ngoại vi	80	95
b)	Nước phục vụ công cộng (tưới cây, rửa đường, cứu hỏa,...): Tính theo % của (a)		10	10
c)	Nước cho công nghiệp dịch vụ trong đô thị: Tính theo % của (a)		10	10
d)	Nước khu công nghiệp (lấy theo điều 2.4-Mục 2)		22÷ 45	22÷ 45
đ)	Nước thất thoát: Tính theo % của (a+b+c+d)		<25	<20
e)	Nước cho yêu cầu riêng của nhà máy xử lý nước: Tính theo % của (a+b+c+d+e)		7 ÷ 10	5 ÷ 8
<b>II</b>	<b>Đô thị loại II, đô thị loại III</b>			
a)	Nước sinh hoạt:			
	- Tiêu chuẩn cấp nước (l/người.ngày):	Nội đô	120	150
		Ngoại vi	80	100
	- Tỷ lệ dân số được cấp nước (%):	Nội đô	85	99
		Ngoại vi	75	90
b)	Nước phục vụ công cộng (tưới cây, rửa đường, cứu hỏa,...): Tính theo % của (a)		10	10
c)	Nước cho công nghiệp dịch vụ trong đô thị: Tính theo % của (a)		10	10
d)	Nước khu công nghiệp (lấy theo điều 2.4-Mục 2)		22÷ 45	22÷ 45

STT	I. Đối tượng dùng nước và thành phần cấp nước	Giai đoạn	
		2010	2020
đ)	Nước thất thoát: Tính theo % của (a+b+c+d)	<25	<20
e)	Nước cho yêu cầu riêng của nhà máy xử lý nước: Tính theo % của (a+b+c+d+e)	8 ÷ 10	7 ÷ 8
<b>III Đô thị loại IV, đô thị loại V; Điểm dân cư nông thôn</b>			
a)	Nước sinh hoạt:		
	- Tiêu chuẩn cấp nước (l/người.ngày):	60	100
	- Tỷ lệ dân số được cấp nước (%):	75	90
b)	Nước dịch vụ: Tính theo % của (a)	10	10
c)	Nước thất thoát: Tính theo % của (a+b)	<20	<15
d)	Nước cho yêu cầu riêng của nhà máy xử lý nước: Tính theo % của (a+b+c)	10	10

**Bảng 2.9. Phương trình dự báo dân số thành thị và nông thôn trong tương lai cho các huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi**

STT	Huyện/Thành phố	Dân số	Phương trình hồi quy (x: năm; y dân số)	Hệ số tương quan R <sup>2</sup>
1	Tur Nghĩa	Thành thị	$y = 111,500x - 207.347,0$	0,966
		Nông thôn	$y = 378,5x - 651.968,333$	0,999
2	Sơn Tịnh	Thành thị		
		Nông thôn	$y = 558x - 1.028.601,667$	0,997
3	TP. Quảng Ngãi	Thành thị	$y = 1.040,200x - 1.982.764,6$	0,972
		Nông thôn	$y = 857,1x - 1.589.594,3$	0,921
4	Đức Phổ	Thành thị	$y = 80,357x - 153.479,607$	0,934
		Nông thôn	$y = 264,381x - 397.633,548$	0,687
5	Sơn Hà	Thành thị	$y = 202,452x - 399.182,869$	0,848
		Nông thôn	$y = 465,738x - 875.658,155$	0,93
6	Nghĩa Hành	Thành thị	$y = 65,929x - 123.785,429$	0,958
		Nông thôn	$y = 205,595x - 332.252,012$	0,975

STT	Huyện/Thành phố	Dân số	Phương trình hồi quy ( $x$ : năm; $y$ dân số)	Hệ số tương quan $R^2$
7	Mộ Đức	Thành thị	$y = 61,357x - 116.672,357$	0,836
		Nông thôn	$y = 227,452x - 337.644,119$	0,94
8	Bình Sơn	Thành thị	$y = 51,619x - 95.501,702$	0,961
		Nông thôn	$y = 543,988x - 926.448,155$	0,954
9	Ba Tơ	Thành thị	$y = 126,048x - 248.525,131$	0,812
		Nông thôn	$y = 756,429x - 1.474.319,179$	0,882
10	Lý Sơn	Thành thị		
		Nông thôn	$y = 199,56x - 82.896,226$	0,986
11	Minh Long	Thành thị		
		Nông thôn	$y = 243,095x - 472.974,262$	0,978
12	Sơn Tây	Thành thị		
		Nông thôn	$y = 162,619x - 308.933,952$	0,897
13	Tây Trà	Thành thị		
		Nông thôn	$y = 223,488x - 431.420,405$	0,994
14	Trà Bồng	Thành thị	$y = 210,667x - 416.809,833$	0,81
		Nông thôn	$y = 174,012x - 326.611,345$	0,971

### 2.3.3. Tính toán nhu cầu nước cho dịch vụ

Để tính toán nhu cầu sử dụng nước cho các hoạt động công nghiệp dịch vụ trong đô thị, Luận án sử dụng chỉ tiêu cấp nước cho các hoạt động công nghiệp dịch vụ trong đô thị theo TCXDVN 33:2006 của Bộ Xây dựng, nhu cầu sử dụng nước cho các hoạt động công nghiệp dịch vụ trong đô thị được lấy bằng 10% nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt.

## 2.4. Số liệu sử dụng trong Luận án

### 2.4.1. Số liệu khí tượng, thủy văn

Số liệu mưa ngày tại các trạm có đo mưa và lưu lượng nước ngày tại trạm thủy văn Sơn Giang và An Chỉ được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định

mô hình thủy văn MIKE-NAM. Các số liệu được sử dụng trong Luận án được tổng kết trong Bảng 2.10 và Bảng 2.11.

**Bảng 2.10. Số liệu mưa ngày tại các trạm được sử dụng trong Luận án**

STT	Tên trạm	Năm số liệu	STT	Tên trạm	Năm số liệu
1	Quảng Ngãi	1980-2018	9	Minh Long	1980-2017
2	Son Giang	1980-2020	10	Châu Ô	1980-6/1989
3	An Chỉ	1980-2002	11	Ba Tư	1980-2018
4	Sông Vệ	1980-2002	12	Giá Vực	1980-2017
5	Trà Khúc	1980-2020	13	KonPlong	1980-2002
6	Trà Bồng	1980-2019	14	Mộ Đức	1980-2017
7	Cổ Lũy	1980-1988	15	Đức Phổ	1980-2017
8	Son Hà	1980-2019			

**Bảng 2.11. Số liệu lưu lượng các trạm được sử dụng trong Luận án**

STT	Tên trạm thủy văn	Năm số liệu
1	Son Giang	1981-2007, 2009-2020
2	An Chỉ	1981-2007, 2009-2020

#### **2.4.2. Số liệu của kịch bản biến đổi khí hậu**

Luận án sử dụng kết quả tính toán nhiệt độ và lượng mưa tại các trạm khí tượng Quảng Ngãi, Ba Tư và Lý Sơn theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu thực hiện tương ứng với Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016.

Các số liệu này được sử dụng để tính toán tài nguyên nước trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản biến đổi khí hậu (RCP4.5 và RCP8.5).

#### **2.4.3. Số liệu kinh tế - xã hội**

Luận án sử dụng một số tài liệu, số liệu kinh tế - xã hội của tỉnh Quảng Ngãi, gồm:

- Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Quảng Ngãi đến năm 2020 (Quyết định số 2052/QĐ-UBND ngày 10/11/2010 của Chủ tịch UBND tỉnh Quảng Ngãi).

- Điều chỉnh Quy hoạch chung xây dựng thành phố Quảng Ngãi đến năm 2030 (Quyết định số 2116/QĐ-UBND ngày 31/12/2010 của Chủ tịch UBND tỉnh Quảng Ngãi).

- Quy hoạch thủy lợi khu vực miền Trung giai đoạn 2012-2020 và định hướng đến năm 2050 trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng (Quyết định số 1588/QĐ-TTg ngày 24/10/2012).

- Quy hoạch giao thông vận tải đường thủy nội địa tỉnh Quảng Ngãi đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030 (Quyết định số 2193/QĐ-UBND ngày 25/12/2012 của Chủ tịch UBND tỉnh Quảng Ngãi).

- Bổ sung Khoản 1, Mục III, Điều 1 Quyết định số 2193/QĐ-UBND ngày 25/12/2012 của Chủ tịch UBND tỉnh về việc phê duyệt Quy hoạch giao thông vận tải đường thủy nội địa tỉnh Quảng Ngãi đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030 (Quyết định số 742/QĐ-UBND ngày 26/5/2014 của Chủ tịch UBND tỉnh Quảng Ngãi).

- Quy hoạch thủy lợi tỉnh Quảng Ngãi đến năm 2020, định hướng đến năm 2030 (Quyết định số 1742/QĐ-UBND ngày 05/10/2015 của Chủ tịch UBND tỉnh Quảng Ngãi).

- Quy hoạch tài nguyên nước tỉnh Quảng Ngãi giai đoạn 2016-2020, tầm nhìn đến năm 2030 (Quyết định số 1947/QĐ-UBND ngày 21/10/2016 của Chủ tịch UBND tỉnh Quảng Ngãi).

- Danh mục nguồn nước cần lập hành lang bảo vệ trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi (Quyết định số 1929/QĐ-UBND ngày 30/12/2019 của Chủ tịch UBND tỉnh Quảng Ngãi).

- Danh mục các vùng hạn chế và vùng cho phép khai thác, sử dụng nước dưới đất trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi (Quyết định số 74/QĐ-UBND ngày 15/01/2020 của Chủ tịch UBND tỉnh Quảng Ngãi).

- Niên giám thống kê tỉnh Quảng Ngãi năm 2020.

Ngoài ra, Luận án cũng tham khảo các báo cáo, nghiên cứu được lập danh sách trong danh mục Tài liệu tham khảo.

#### **2.4.4. Số liệu điều tra, khảo sát**

Để phục vụ cung cấp thông tin cho việc đánh giá an ninh nước thông qua bộ chỉ số, Luận án đã tiến hành điều tra khảo sát để thu thập số liệu, thông tin từ địa bàn nghiên cứu. Luận án đã đánh giá tính phù hợp của bộ chỉ số trên cơ sở phân tích tính sẵn có của các thông tin trên địa bàn (Phụ lục 1).

### **2.5. Thông tin về địa bàn nghiên cứu**

#### **2.5.1. Vị trí địa lý, tình hình kinh tế - xã hội và điều kiện tự nhiên**

##### **2.5.1.1. Vị trí địa lý và tình hình kinh tế - xã hội**

Tỉnh Quảng Ngãi nằm ở vùng duyên hải Nam Trung Bộ, phía Bắc giáp tỉnh Quảng Nam, phía Nam giáp tỉnh Bình Định, phía Đông giáp biển Đông và phía Tây giáp tỉnh Kon Tum và tỉnh Gia Lai; với đặc điểm chung là núi lấn sát biển, địa hình có tính chuyển tiếp từ đồng bằng ven biển ở phía đông đến miền núi cao ở phía tây, miền núi chiếm khoảng 3/4 diện tích tự nhiên toàn tỉnh, đồng bằng nhỏ hẹp chiếm 1/4 diện tích tự nhiên; bờ biển dài hơn 130 km có nhiều cửa biển lớn như Sa Kỳ, Cửa Đại, Mỹ Á, Sa Huỳnh ...

Diện tích tự nhiên toàn tỉnh là 515.295,46 ha với 14 đơn vị hành chính cấp huyện bao gồm 1 thành phố, 6 huyện đồng bằng, 6 huyện miền núi và 1 huyện đảo, với 184 xã, phường, thị trấn (Hình 2.2).

Quảng Ngãi là tỉnh nằm trong vùng kinh tế trọng điểm miền Trung có hệ thống giao thông thuận lợi như đường sắt Bắc - Nam, Quốc lộ 1A chạy qua tỉnh và tuyến Quốc lộ 24 nối tỉnh Quảng Ngãi với Kon Tum, Tây nguyên, Lào

và Đông Bắc Thái Lan, cùng các tuyến giao thông quan trọng khác đã giúp lưu thông hàng hóa, phát triển kinh tế, giao lưu văn hóa giữa các vùng, miền trong nước và quốc tế.



**Hình 2.2. Bản đồ hành chính tỉnh Quảng Ngãi**

Năm 2020, tổng sản phẩm GRDP đạt 55.853 tỷ đồng (tăng 0,43% so với năm 2019), thu nhập bình quân đầu người đạt 2.845USD, giá trị sản xuất công nghiệp đạt 134.062 tỷ đồng (tăng 5,2% so với năm 2019), giá trị sản xuất dịch vụ đạt 23.835 tỷ đồng (giảm 5,34% so với năm 2019), giá trị sản xuất nông – lâm – thủy sản đạt 16.575 tỷ đồng (tăng 2,18% so với năm 2019); có 365 trường học đạt chuẩn quốc gia, 153/173 xã, phường, thị trấn đạt chuẩn quốc gia về y tế, giải quyết việc làm mới cho 21.980 lao động (đạt 53,6% kế hoạch đặt ra).

### 2.5.1.2. Đặc điểm khí hậu

Khí hậu Quảng Ngãi mang tính nhiệt đới điển hình, nền nhiệt độ cao và thay đổi rõ theo cao độ địa hình, trung bình lên cao 100 m nhiệt độ giảm 0,5 - 0,6°C. Vùng đồng bằng ven biển, vùng đồi và thung lũng thấp có nhiệt độ trung bình năm từ 25,5 - 26,5°C. Vùng núi cao dưới 500m có nhiệt độ trung bình năm từ 23,5 - 25,5°C, vùng núi cao từ 500 - 1.000 m có nhiệt độ trung bình năm 21 - 23,5°C, các vùng núi cao trên 1.000 m, nhiệt độ trung bình năm có thể xuống dưới 21°C.

Tổng số giờ nắng trên vùng nghiên cứu khoảng 2000 - 2200 giờ/năm. Ở vùng núi (Ba Tơ) tháng có số giờ nắng nhiều nhất là tháng VII, đạt 223,7 giờ/tháng, bình quân 7,22 giờ/ngày), vùng đồng bằng ven biển (Quảng Ngãi) vào tháng V đạt 244,3 giờ/tháng, bình quân 7,88 giờ/ngày.

Lượng mưa trên địa bàn tỉnh có xu hướng giảm dần từ Bắc vào Nam và từ Tây sang Đông, vùng mưa lớn nhất trong tỉnh thuộc các huyện miền núi, lượng mưa ít nhất trong tỉnh là khu vực đồng bằng thuộc các huyện Đức Phổ và Mộ Đức. Lượng mưa trung bình hàng năm 2.290 mm. Phân bố mưa tại Quảng Ngãi có 02 mùa: mùa mưa và mùa khô. Chênh lệch giữa tháng mưa nhiều và tháng mưa ít khoảng từ 400-800 mm, tháng mưa nhiều có tổng lượng mưa gấp khoảng 1,5-20 lần tháng mưa ít. Những năm gần đây lượng mưa tại các trạm trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi có sự tăng lên rõ rệt. Đặc biệt là tại trạm Đức Phổ.

Lượng mưa có xu hướng giảm từ Bắc vào Nam và khu vực có mưa lớn ở vùng núi cao như Trà Bồng, Ba Tơ, Giá Vực, Sơn Long, Minh Giang từ 3.200-3.800 mm. Vùng trung du, đồng bằng ven biển lượng mưa chỉ khoảng 1.600-2.500 mm.

Theo thời gian, sự biến động của mưa năm ở vùng nghiên cứu khá lớn. Hệ số biến động lượng mưa năm đạt từ 0,22 đến 0,43, nguyên nhân là do khu



mang về cho đồng bằng một lượng phù sa đáng kể. Với mạng lưới sông suối dày đặc, các phụ lưu của hệ thống sông Trà Bồng, Trà Khúc, sông Vệ và Trà Câu đều bắt nguồn từ những vùng núi cao có độ dốc lớn với lượng nước nhiều là những nguồn thủy năng có giá trị (Hình 2.3).

Ngoài 04 sông chính nêu trên, còn có các sông nhỏ như Trà Ích (Trà Bồng), sông Cái (Tur Nghĩa), Phước Giang (Nghĩa Hành), La Vân (Đức Phổ),...

#### 2.5.2.2. Đặc điểm tài nguyên nước mặt

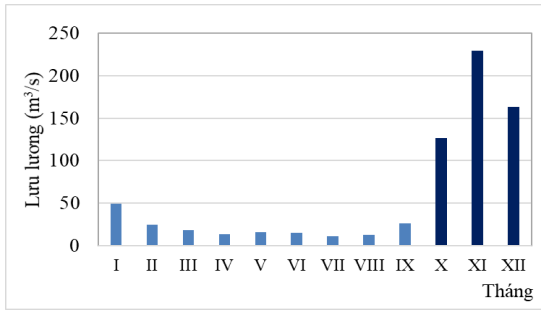
Trên các hệ thống sông thuộc vùng nghiên cứu có 5 trạm thủy văn là Sơn Giang, An Chỉ, Trà Khúc, Sông Vệ và Châu Ô (sông Trà Bồng), trong đó có 2 trạm An Chỉ và Sơn Giang đo lưu lượng. Luận án đã sử dụng số liệu đồng bộ từ năm 1981-2020 để phân tích, tính toán.

Tài nguyên nước mặt của toàn tỉnh Quảng Ngãi hàng năm vào khoảng 14 tỷ m<sup>3</sup> chủ yếu từ nguồn nước mưa đổ vào 4 hệ thống sông chính là sông Trà Bồng, Sông Vệ, Sông Trà Khúc, Sông Thoa (Sông Trà Câu). Dòng chảy lớn nhất thường tập trung vào tháng X - XII hàng năm, tháng tháng kiệt nhất thường xảy ra vào tháng V - VIII hàng năm.

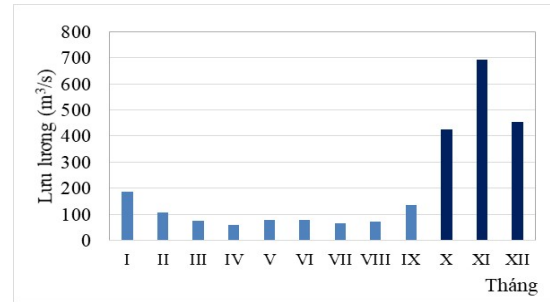
Lưu lượng dòng chảy toàn lưu vực sông Trà Khúc là 221 m<sup>3</sup>/s tương ứng với môđun là 68,2 l/s/km<sup>2</sup> và tổng lượng dòng chảy năm là 6,97 tỷ m<sup>3</sup>.

Bên cạnh đó, dòng chảy trên sông Trà Khúc tại trạm Sơn Giang lớn hơn rất nhiều so với dòng chảy trên sông Vệ tại trạm An Chỉ. Trạm Sơn Giang có lưu lượng trung bình các tháng lớn hơn trạm An Chỉ từ 2,8 đến 5,8 lần. Trong đó, lớn nhất vào tháng VII: tại trạm Sơn Giang (65 m<sup>3</sup>/s) gấp 5,8 lần so với trạm An Chỉ (11,2 m<sup>3</sup>/s); nhỏ nhất vào tháng XII: tại trạm Sơn Giang (453 m<sup>3</sup>/s) gấp 2,81 lần so với trạm An Chỉ (163 m<sup>3</sup>/s).

Phân phối dòng chảy năm tại một số trạm trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi được trình bày trong Hình 2.4 và Hình 2.5.



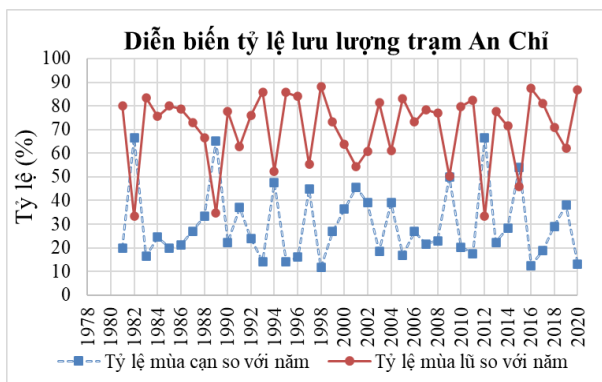
**Hình 2.4. Phân phối dòng chảy năm trạm An Chỉ**



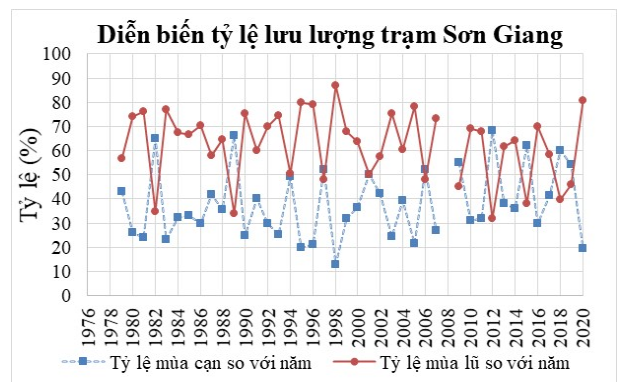
**Hình 2.5. Phân phối dòng chảy năm trạm Sơn Giang**

Mùa cạn ở Quảng Ngãi kéo dài từ tháng 1 đến tháng 9. Dòng chảy trung bình mùa cạn trên sông Trà Khúc (tại trạm thủy văn Sơn Giang) là 94,9 m<sup>3</sup>/s (1979-2020), trên sông Vệ (tại trạm thủy văn An Chỉ) là 20,7 m<sup>3</sup>/s (1981-2020). Dòng chảy trong mùa này tuy ít biến động hơn trong mùa lũ nhưng nó lại có ý nghĩa rất to lớn trong sự phát triển kinh tế - xã hội. Các sông ở Quảng Ngãi có đặc điểm lưu vực nhỏ, sông ngắn và dốc. Vì vậy khả năng trữ nước ngầm để cung cấp cho dòng chảy vào mùa cạn khá nghèo nàn. Hầu hết các sông về mùa cạn đều khô, lòng sông đầy cát.

Mùa lũ ở Quảng Ngãi bắt đầu từ tháng X đến tháng XII hàng năm (Hình 2.6 và Hình 2.7), tuy nhiên có năm lũ xảy ra từ tháng IX sang tháng I năm sau.



**Hình 2.6. Diễn biến tỷ lệ lưu lượng trạm An Chỉ**



**Hình 2.7. Diễn biến tỷ lệ lưu lượng trạm Sơn Giang**

Dòng chảy mùa lũ trên các sông ở Quảng Ngãi rất lớn và biến đổi phức tạp. Tổng lượng dòng chảy mùa lũ trung bình chiếm đến 70% tổng lượng

dòng chảy năm. Do các sông tỉnh Quảng Ngãi ngắn, có địa hình dốc nên thời gian duy trì các trận lũ thường chỉ 03 - 05 ngày. Khả năng lũ lớn nhất hàng năm xảy ra tại trạm Trà Khúc vào tháng X chỉ chiếm 29%, xảy ra vào tháng XII chiếm 12,8%, còn lại tập trung chủ yếu vào tháng XI chiếm tới 54,8%. Theo số liệu thực đo tại Sơn Giang giá trị lũ lớn đo được là 18.400 m<sup>3</sup>/s xảy ra ngày 3/XII/1986. Lượng dòng chảy 3 tháng mùa lũ chiếm tới 55-85% tổng lượng dòng chảy năm đối với trạm An Chỉ và 50-80% đối với trạm Sơn Giang (Hình 2.6 và Hình 2.7), lượng nước mùa lũ biến đổi khá lớn giữa các năm, năm nhiều nước lượng nước của mùa lũ có thể gấp 10 lần của năm ít nước (năm 1996 có lưu lượng trung bình 3 tháng mùa lũ 1.133 m<sup>3</sup>/s trong khi lưu lượng trung bình 3 tháng mùa lũ của năm 1982 là 118,5 m<sup>3</sup>/s).

Tháng có lượng dòng chảy lớn nhất là tháng XI với lượng dòng chảy trung bình tháng nhiều năm có thể đạt tới trên 30% lượng dòng chảy năm. Lớn nhất là lượng dòng chảy tháng XI/1996 ở trạm Sơn Giang (Sông Trà Khúc) chiếm 41% lượng dòng chảy cả năm. Sự xuất hiện lượng nước tháng lớn nhất với những trận lũ lớn gây ngập lụt trên một diện rộng là những tai họa nguy hiểm nhất.

Hạ du các sông chịu ảnh hưởng thủy triều mạnh, một số cơn bão mạnh đã làm nước dâng lên ở vùng ven biển, trong trường hợp lũ lớn ở thượng lưu sẽ gây ngập lụt, tác động lớn đến dân cư và xã hội ở hạ du các sông. Ví dụ như các trận lũ tháng XII/1986 trên sông Trà Khúc gặp triều cường làm cho ngập sâu và lâu hơn và gần đây là các trận lũ tháng XI/2013 và X/2020.

#### 2.5.2.3. Tình hình khai thác sử dụng nước

Hiện nay, trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi đã đưa vào quản lý, khai thác 723 công trình thủy lợi phục vụ sản xuất nông nghiệp (bao gồm: 123 hồ chứa nước; 464 đập dâng, 06 đập ngăn mặn và 130 trạm bơm). Tổng chiều dài hệ thống kênh mương trên địa bàn tỉnh là 4.275,0 km; trong đó: Kênh loại I, loại

II dài 1.224,0 km; kênh loại III dài 3.051,0 km. Chiều dài kênh mương đã kiên cố hóa là 1.941,6 km (chiếm tỷ lệ 45,4%); chiều dài kênh chưa được kiên cố hóa là 2.333,4 km (chiếm tỷ lệ 54,6%). Tổng năng lực tưới thiết kế của 723 công trình là 89.654,0 ha; năng lực tưới thực tế là 59.706,0 ha; đạt 66,6% so với năng lực thiết kế. Tổng trữ lượng nước mặt đang khai thác trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi khoảng 1.273,659.106 m<sup>3</sup>/năm.

Trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi tính đến thời điểm cuối năm 2020 có 08 dự án thủy điện hoàn thành, đưa vào vận hành với tổng công suất 279,9MW gồm: Thủy điện Cà Đú 2,6MW, Thủy điện Hà Nang 11MW, (huyện Trà Bồng); Thủy điện Sông Riêng 03MW (huyện Tây Trà); Thủy điện Nước Trong (thủy lợi kết hợp thủy điện) 16,5MW (huyện Sơn Hà); Thủy điện Đakrinh 125MW, Thủy điện Huy Mãng 1,8MW (huyện Sơn Tây); Thủy điện Sơn Trà 1A, B 60MW (các huyện Sơn Hà và Sơn Tây); Thủy điện Đăk Re 60MW (huyện Ba Tơ). Các dự án thủy điện được xây dựng trên các dòng suối có lưu vực chủ yếu không có dân sinh sống, sản xuất nông nghiệp dọc hai bên suối, đều trả nước lại cho chính dòng sông đó (không chuyển nước sang dòng sông khác) nên không làm ảnh hưởng lớn đến an sinh khu vực hạ lưu đập.

### ***2.5.3. Thực trạng an ninh nước tại Quảng Ngãi***

#### ***2.5.3.1. Thiếu hụt nguồn nước mặt***

Trong Báo cáo thống kê đất đai năm 2018, diện tích mặt nước, đất ngập nước (ao, hồ, kênh, mương, sông, suối) của tỉnh Quảng Ngãi là 12.177,76 ha. Theo báo cáo tính toán cân bằng nước phục vụ quy hoạch tài nguyên nước tỉnh Quảng Ngãi, hiện trạng tình hình cung cấp nước của tỉnh Quảng Ngãi như sau:

- Nhìn chung, trong các tháng mùa cạn, lượng nước có thể khai thác được không đủ cung cấp cho nhu cầu sử dụng nước. Các tháng thường bị thiếu hụt là tháng II-VIII, riêng ở huyện Sơn Tịnh và thành phố Quảng Ngãi

lượng nước thiếu hụt ở tất cả các tháng trong mùa cạn, thậm chí hiện tượng thiếu hụt xảy ra cả trong tháng XII (năm 2020).

- Vào mùa cạn, do lượng dòng chảy sông suối giảm, nhất là vào các tháng III-VIII, cho nên ở hầu hết các huyện (trừ huyện Đức Phổ) đều xảy ra hiện tượng thiếu hụt nguồn nước, nhiều nhất ở huyện Sơn Tịnh và thành phố Quảng Ngãi.

- Trong mùa lũ, do dòng chảy sông suối lớn và lượng nước cần dùng không nhiều, chỉ chiếm phần nhỏ so với lượng nước sông suối có thể khai thác. Lượng nước dư thừa này sẽ được điều tiết, trữ lại một phần trong các hồ chứa để sử dụng trong mùa cạn.

- Xét toàn năm, lượng nước cần dùng chiếm khoảng 10-55% tổng lượng nước sông suối có thể khai thác sử dụng (tương ứng với tần suất 75%), riêng ở huyện Sơn Tịnh và thành phố Quảng Ngãi lượng nước cần dùng lớn gấp 2,2 lần so với lượng nước có thể khai thác vào năm 2015 và 3 lần vào năm 2020.

#### 2.5.3.2. Thiếu hụt hệ thống khai thác nguồn nước mặt

Tính đến thời điểm hiện tại tỉnh Quảng Ngãi đã đưa vào khai thác sử dụng 671 công trình thủy lợi phục vụ tưới, trong đó 119 công trình là hồ chứa; 440 công trình là đập dâng, còn lại 112 công trình là trạm bơm. Trong tổng số 671 công trình thì có 41 công trình do Công ty Trách nhiệm hữu hạn một thành viên Khai thác công trình thủy lợi Quảng Ngãi quản lý (17 hồ chứa, 8 đập dâng và 16 trạm bơm), còn lại ở chính quyền cấp huyện quản lý.

Trong 119 hồ chứa nước, có 2 hồ chứa (Núi Ngang và Liệt Sơn) có dung tích trên 10 triệu m<sup>3</sup>; 9 hồ chứa (Di Lăng, Diên Trường, An Thọ, Sở Hầu, Huân Phong, Mạch Điều, Ông Tới, Hóc Sầm và Hố Cả) có dung tích từ 1-10 triệu m<sup>3</sup> và số còn lại có dung tích dưới 1 triệu m<sup>3</sup>.

- Tổng năng lực tưới theo thiết kế của 671 công trình là 90.699,8 ha. Năng lực khai thác tưới thực tế của các công trình là 59.369,4 m<sup>3</sup> đạt 65,5% so với năng lực tưới thiết kế.

Tình trạng hư hỏng, xuống cấp của các công trình như sau:

- Có 230 công trình được xây dựng từ năm 1989 trở về trước, nhưng do đầu tư không đồng bộ và thi công bằng thủ công nên hiện nay có 108 công trình hư hỏng xuống cấp cần sớm sửa chữa, nâng cấp; trong đó có 28 hồ chứa bị hư hỏng, xuống cấp nghiêm trọng cần được ưu tiên sửa chữa, nâng cấp.

- Về hiện trạng hệ thống thủy lợi Thạch Nham: Đập Thạch Nham trên sông Trà Khúc, có diện tích lưu vực là 2.836 km<sup>2</sup>, theo thiết kế tưới cho 50.000 ha (tự chảy 45.000 ha và tạo nguồn 5.000 ha) đất sản xuất nông nghiệp của 06 huyện: Bình Sơn, Sơn Tịnh, Tư Nghĩa, Nghĩa Hành, Mộ Đức, Đức Phổ và Thành phố Quảng Ngãi; cấp nước cho công nghiệp, dân sinh; Kết hợp tận dụng điều kiện địa hình và nguồn nước trên kênh để xây dựng thủy điện nhỏ. Tuy nhiên, do hệ thống công trình chưa được đầu tư đồng bộ, phần lớn hệ thống kênh mương là kênh đất chưa được kiên cố hóa; hơn nữa công trình đã khai thác hơn 20 năm trong điều kiện thường xuyên bị tác động bởi thiên tai nhưng thiếu kinh phí duy tu, bảo dưỡng hàng năm, nhiệm vụ cấp nước thay đổi lớn, đặc biệt là phải cấp nước cho khu kinh tế Dung Quất, diện tích đất tưới cho cây trồng trong khu tưới Thạch Nham giảm, nguồn nước lấy vào đầu hệ thống không đủ...

#### 2.5.3.3. *Chất lượng nguồn nước mặt*

Chất lượng nước mặt tại các sông suối, kênh và hồ chứa nước trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi được đánh giá dựa trên Báo cáo kết quả Quan trắc môi trường tại 24 điểm trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi đợt 1 và đợt 2 năm 2019 (Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Ngãi, 2019) (Bảng 2.12).

**Bảng 2.12. Chất lượng và diễn biến chất lượng nước mặt**

Stt	Vị trí quan trắc	Số điểm quan trắc	Nhận xét	
			Đợt 1/2019	Đợt 2/2019
1	Sông Trà Bồng	4	Chất lượng nước mặt sông Trà Bồng về phía thượng nguồn tốt hơn phía giữa nguồn và hạ nguồn.	
			So với cùng kỳ năm 2018, chất lượng nước mặt sông Trà Bồng từ phía thượng nguồn đến hạ nguồn ít biến động	So với cùng kỳ 2018, chất lượng nước mặt sông Trà Bồng từ thượng nguồn đến giữa nguồn ít biến động; hạ nguồn có xu hướng biến động tốt hơn.
2	Sông Trà Câu	3	Chất lượng nước mặt sông Trà Câu về phía thượng nguồn tốt hơn phía giữa nguồn và hạ nguồn	
			So với cùng kỳ năm 2018, chất lượng nước mặt sông Trà Câu từ phía thượng nguồn đến hạ nguồn ít biến động	Phía thượng nguồn chất lượng nước ít biến động so với cùng kỳ năm 2018; phía giữa đến hạ nguồn chất lượng nước tốt hơn so với cùng kỳ năm 2018
3	Sông Vệ	4	Chất lượng nước mặt sông Vệ về phía thượng nguồn tốt hơn phía giữa nguồn và hạ nguồn.	
			So với cùng kỳ năm 2018, chất lượng nước mặt sông Vệ từ phía thượng nguồn đến hạ nguồn ít biến động	Phía thượng nguồn đến giữa nguồn và hạ nguồn ít biến động so với cùng kỳ năm 2018
4	Sông Trà Khúc	5	Chất lượng nước mặt sông Trà Khúc về phía thượng nguồn tốt hơn phía giữa nguồn và hạ nguồn	
			So với cùng kỳ năm 2018, chất lượng nước mặt sông Trà Khúc từ phía thượng nguồn đến hạ nguồn có xu hướng giảm nhẹ	So với cùng kỳ năm 2018, chất lượng nước mặt sông Trà Khúc ở thượng nguồn ít biến động; ở giữa đến hạ nguồn có xu hướng biến động tốt hơn theo thời gian.
5	Sông Bàu Giang	3	Chất lượng nước mặt sông Bàu Giang phía thượng nguồn tốt hơn phía giữa nguồn và hạ nguồn. So với kết quả cùng kỳ đợt 1 và đợt 2 năm 2018, chất lượng nước mặt sông Bàu Giang từ phía thượng nguồn đến hạ nguồn có xu hướng tốt hơn	
6	Suối Bản Thuyền	2	Suối Bản Thuyền là nơi tiếp nhận nước thải từ KCN VSIP, Nhà máy chế biến tinh bột mỳ Tịnh Phong và KCN Tịnh Phong (Vào thời điểm quan trắc, KCN Tịnh Phong chưa có hệ thống xử lý nước thải tập trung, hầu hết các cơ sở sản xuất trong KCN Tịnh Phong chỉ xử lý nước thải sơ bộ rồi xả thải ra nguồn tiếp nhận).	

Stt	Vị trí quan trắc	Số điểm quan trắc	Nhận xét	
			Đợt 1/2019	Đợt 2/2019
			So với cùng kỳ năm 2018, suất Bản Thuyền tại vị trí cầu Bản Thuyền và đoạn dưới KCN Tịnh Phong chất lượng nước diễn biến theo chiều hướng xấu hơn.	So với cùng kỳ năm 2017 và 2018, suất Bản Thuyền tại vị trí cầu Bản Thuyền và đoạn dưới KCN Tịnh Phong chất lượng nước biến động theo chiều hướng tốt hơn.
7	Kênh Bàu Lãng	1	Kênh Bàu Lãng là nơi tiếp nhận nước thải từ KCN Quảng Phú, mặc dù hệ thống xử lý nước thải tập trung KCN Quảng Phú xử lý nước đạt quy chuẩn trước khi thải ra kênh. Tuy nhiên, do hệ thống kênh lâu ngày không được nạo vét, thông luồng gây nên hiện tượng tù đọng. Các hoạt động sinh hoạt tại các khu dân cư sống dọc theo hai bên bờ kênh; các hoạt động buôn bán, sinh hoạt tại chợ Ông Bó cũng đã xả thải ra kênh một lượng nước thải và chất thải sinh hoạt chưa được xử lý làm cho hàm lượng các chất gây ô nhiễm gia tăng.	
			So với cùng kỳ năm 2018, chất lượng nước mặt kênh Bàu Lãng tại vị trí hạ nguồn diễn biến theo chiều hướng xấu hơn	Chất lượng nước mặt kênh Bàu Lãng tại vị trí hạ nguồn ít biến động so với cùng kỳ năm 2018.
8	Hồ Nước Trong	1	So với cùng kỳ đợt 1 và đợt năm 2018, chất lượng nước mặt hồ chứa nước Nước Trong ít biến động.	
9	Đầm An Khê	1	So với cùng kỳ năm 2018, chất lượng nước mặt đầm An Khê có xu hướng tốt hơn	So với cùng kỳ năm 2018, chất lượng nước mặt đầm An Khê ít biến động.

*Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Ngãi, 2019 [12]*

### ***Các khu vực ô nhiễm môi trường nước nghiêm trọng trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi***

Trên địa bàn tỉnh có 7 khu vực (thành phố Quảng Ngãi 03 khu vực, Mộ Đức, Đức Phổ, Bình Sơn, Sơn Tịnh mỗi huyện 01 khu vực) bị ô nhiễm nghiêm trọng. Nguyên nhân ô nhiễm là do các vị trí này tiếp nhận nguồn nước thải trong hoạt động sản xuất, sinh hoạt, chăn nuôi của người dân trên địa bàn tỉnh. Các thông số ô nhiễm vượt quy chuẩn cho phép của 24 điểm quan trắc nước mặt trong 2 đợt quan trắc năm 2019 của tỉnh Quảng Ngãi (Bảng 2.13).

**Bảng 2.13. Khu vực ô nhiễm môi trường nước nghiêm trọng trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi**

Stt	Thông số	Nhận xét	
		Đợt 1/2019	Đợt 2/2019
1	Cl <sup>-</sup>	Hàm lượng Cl <sup>-</sup> tại các vị trí: cửa biển Sa Cần, thôn Tân Hy, xã Bình Đông, huyện Bình Sơn vượt quy chuẩn cho phép 22,6 lần; hạ nguồn sông Vệ tại Cửa Lỡ, xã Đức Lợi, huyện Mộ Đức vượt quy chuẩn cho phép 9,14 lần. So sánh với kết quả quan trắc cùng kỳ năm 2018, nồng độ vượt quy chuẩn cao hơn từ 2,12-5 lần.	Hàm lượng Cl <sup>-</sup> tại các vị trí: cửa biển Sa Cần, thôn Tân Hy, xã Bình Đông, huyện Bình Sơn vượt quy chuẩn cho phép 24,17 lần; hạ nguồn sông Vệ tại Cửa Lỡ, xã Đức Lợi, huyện Mộ Đức vượt quy chuẩn cho phép 30,74 lần; Sông Trà Câu tại cửa biển Mỹ Á, thôn Hải Tân, xã Phô Quang, huyện Đức Phổ vượt quy chuẩn cho phép 44,08 lần; Hạ nguồn sông Trà Khúc tại Cửa Đại, xã Nghĩa Phú, thành phố Quảng Ngãi vượt quy chuẩn cho phép 31,13 lần; hạ nguồn sông Bầu Giang tại cầu Hiền Lương, xã Nghĩa Hà, thành phố Quảng Ngãi vượt quy chuẩn cho phép 9,51 lần. So sánh với cùng kỳ năm 2018, nồng độ ô nhiễm vượt quy chuẩn cao hơn từ 0,2-5,24 lần, số lượng vị trí bị ô nhiễm Cl <sup>-</sup> tăng 01 vị trí.
2	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	Hạ nguồn kênh Bàu Lãng, phường Quảng Phú, thành phố Quảng Ngãi vượt quy chuẩn cho phép 24 lần. So với cùng kỳ năm 2018, vị trí ô nhiễm không thay đổi, nồng độ ô nhiễm vượt quy chuẩn cao hơn 18,6 lần.	Hạ nguồn kênh Bàu Lãng, phường Quảng Phú, thành phố Quảng Ngãi vượt quy chuẩn cho phép 53 lần. So với cùng kỳ năm 2018, vị trí ô nhiễm không thay đổi, nồng độ ô nhiễm vượt quy chuẩn cao hơn 42 lần.
3	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	Hạ nguồn kênh Bàu Lãng, phường Quảng Phú, thành phố Quảng Ngãi vượt quy chuẩn cho phép 24,8 lần. So với cùng kỳ năm 2018, vị trí không thay đổi, nồng độ ô nhiễm vượt quy chuẩn cao hơn 19,4 lần.	
4	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	Hạ nguồn kênh Bàu Lãng, thành phố Quảng Ngãi vượt quy chuẩn cho phép 6,98 lần, suối Bản Thuyền tại cầu Bản Thuyền, Tịnh Phong, Sơn Tịnh vượt quy chuẩn 5,82 lần. So với cùng kỳ năm 2018, nồng độ ô nhiễm vượt quy chuẩn thấp hơn từ 2,91 – 4,8 lần.	Hạ nguồn kênh Bàu Lãng, phường Quảng Phú, thành phố Quảng Ngãi vượt quy chuẩn cho phép 7,06 lần. So với cùng kỳ năm 2018, vị trí này không bị ô nhiễm

Stt	Thông số	Nhận xét	
		Đợt 1/2019	Đợt 2/2019
5	Coliforms	Tại suối Bản Thuyền đoạn dưới KCN Tịnh Phong, xã Tịnh Phong, huyện Sơn Tịnh vượt quy chuẩn 12,4 lần. So với cùng kỳ năm 2018, vị trí này không bị ô nhiễm.	Tại hạ nguồn kênh Bàu Lãng, phường Quảng Phú, thành phố Quảng Ngãi vượt quy chuẩn cho phép 5,73 lần. So với cùng kỳ năm 2018, vị trí này không bị ô nhiễm

*Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Ngãi, 2019 [12]*

Qua đánh giá trên có thể thấy tỉnh Quảng Ngãi đối mặt với vấn đề thiếu nguồn cung cấp nước và gia tăng nhu cầu sử dụng nước cho các ngành, điển hình là nước sử dụng cho nông nghiệp và sinh hoạt. Ngoài ra tỉnh cũng đối mặt với vấn đề ô nhiễm nước do việc xả thải thẳng lượng nước chưa qua xử lý ra các nguồn cấp nước chính (sông, hồ chứa). Đây là những yếu tố đe dọa đến vấn đề an ninh nước của tỉnh.

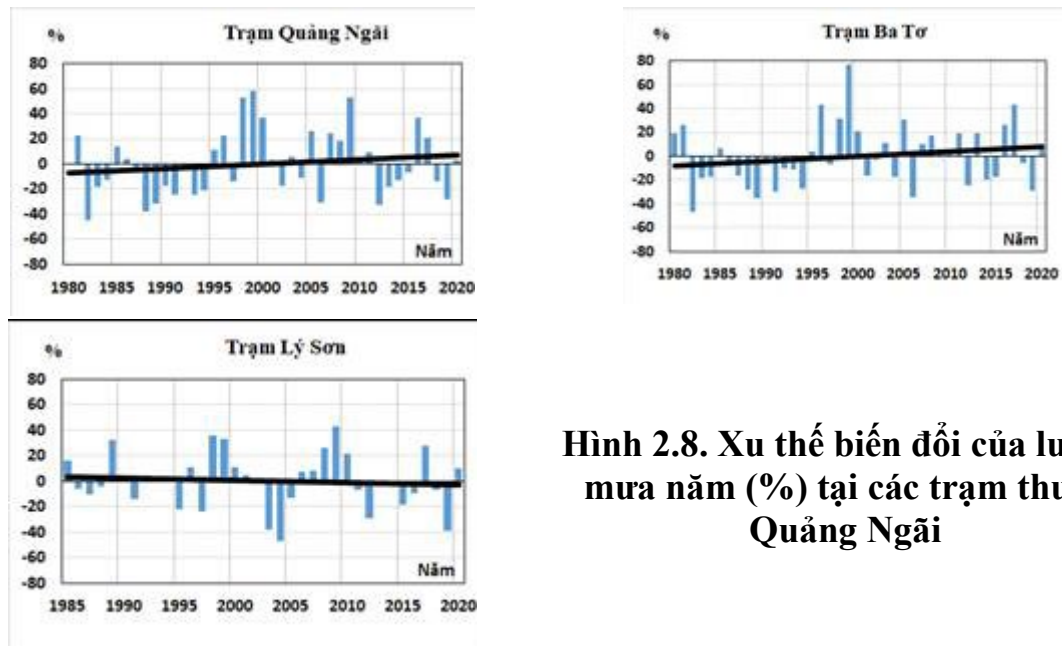
#### **2.5.4. Xu thế quá khứ và kịch bản biến đổi khí hậu tỉnh Quảng Ngãi**

##### **2.5.4.1. Xu thế biến đổi khí hậu trong quá khứ ở tỉnh Quảng Ngãi**

Trong mục này, tác giả đã sử dụng số liệu khí tượng được quan trắc tại 3 trạm (Quảng Ngãi, Ba Tơ, Lý Sơn) trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi thời kỳ 1980 - 2020. Riêng trạm Lý Sơn, thời kỳ có số liệu là 1985 - 2020. Các yếu tố khí hậu và cực đoan khí hậu được sử dụng trong phân tích xu thế bao gồm: lượng mưa năm, nhiệt độ trung bình năm, nhiệt độ tối cao trung bình năm, nhiệt độ tối thấp trung bình năm, nhiệt độ tối cao tuyệt đối năm, nhiệt độ tối thấp tuyệt đối năm, số ngày nắng nóng năm, lượng mưa một ngày lớn nhất và lượng mưa 05 ngày lớn nhất. Cụ thể về diễn biến xu thế của các yếu tố khí hậu và cực đoan khí hậu như sau:

##### **Lượng mưa năm:**

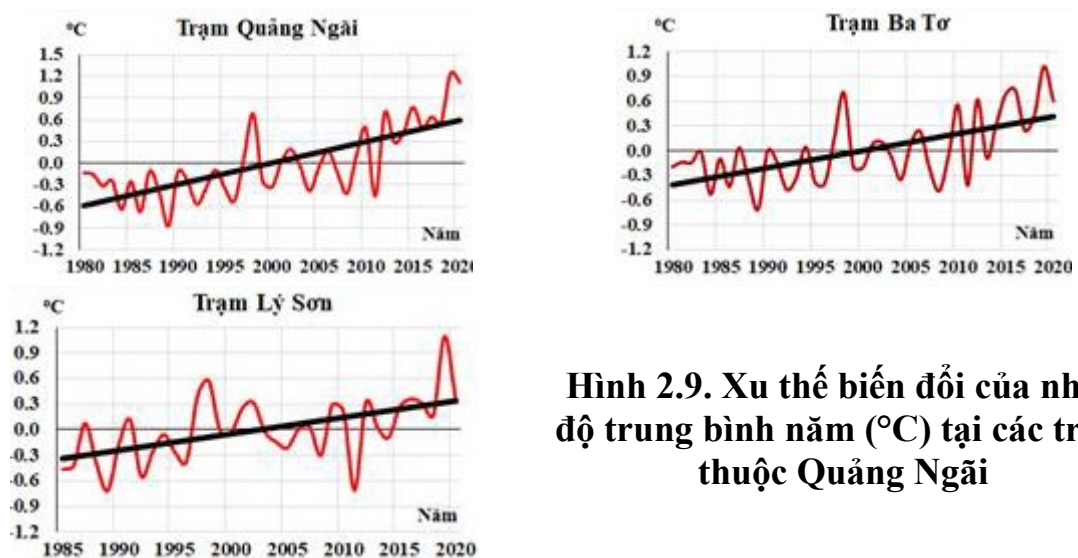
Trên khu vực đất liền của Quảng Ngãi, lượng mưa có xu thế tăng trong 41 năm qua, với mức tăng khoảng 4%/thập kỷ. Tuy nhiên, khu vực đảo Lý Sơn, lượng mưa lại có xu thế giảm nhẹ, 2%/thập kỷ (Hình 2.8).



**Hình 2.8. Xu thế biến đổi của lượng mưa năm (%) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi**

#### **Nhiệt độ trung bình năm:**

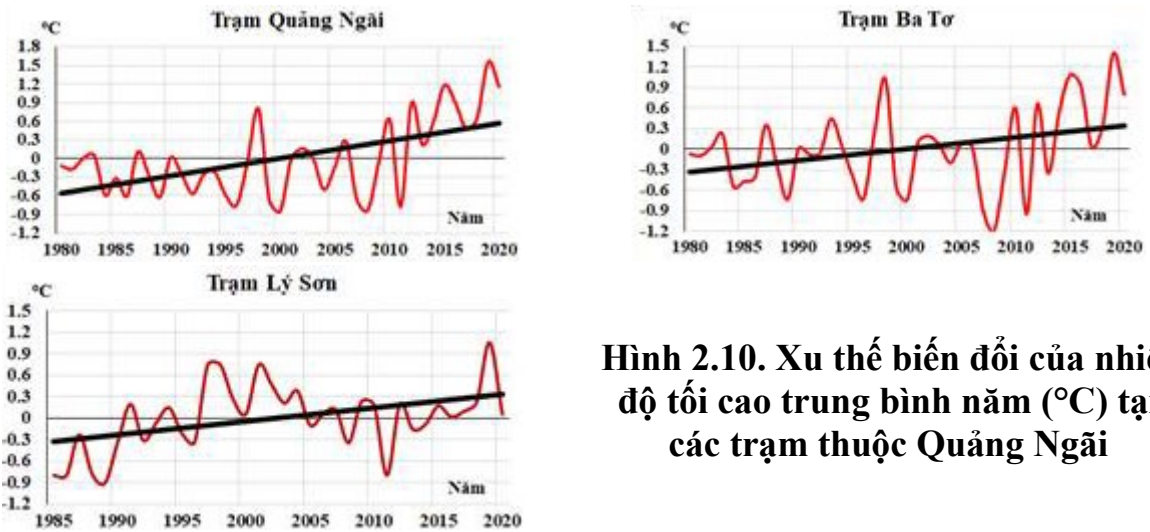
Nhiệt độ trung bình năm tại Quảng Ngãi có xu thế tăng trên toàn tỉnh, với mức tăng mỗi thập kỷ khoảng 0,2 đến 0,3°C (Hình 2.9).



**Hình 2.9. Xu thế biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (°C) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi**

#### **Nhiệt độ tối cao trung bình năm**

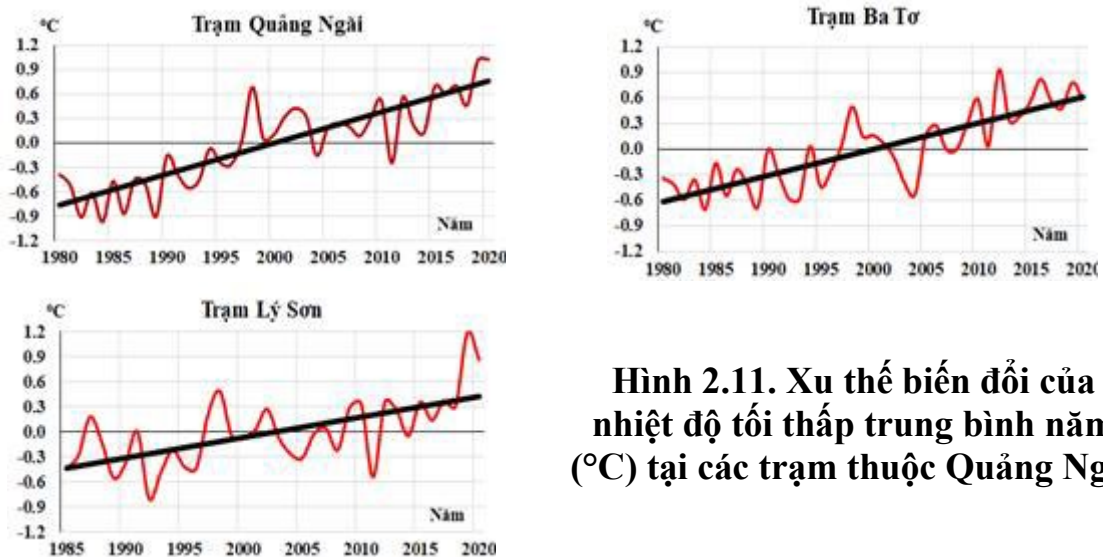
Nhiệt độ tối cao trung bình năm tại Quảng Ngãi có xu thế tăng trên toàn tỉnh, với mức tăng mỗi thập kỷ khoảng 0,2 đến 0,3°C (Hình 2.10).



**Hình 2.10. Xu thế biến đổi của nhiệt độ tối cao trung bình năm ( $^{\circ}\text{C}$ ) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi**

### Nhiệt độ tối thấp trung bình năm

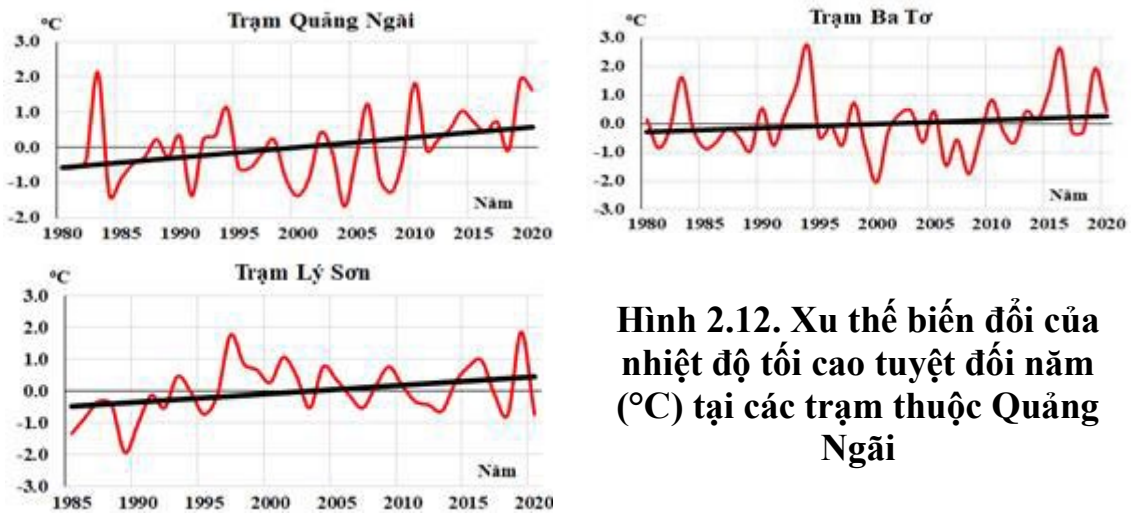
Nhiệt độ tối thấp trung bình năm tại Quảng Ngãi có xu thế tăng trên toàn tỉnh, với mức tăng mỗi thập kỷ trên đất liền khoảng  $0,3$  đến  $0,4^{\circ}\text{C}$ , trên khu vực đảo khoảng  $0,2^{\circ}\text{C}$  (Hình 2.11).



**Hình 2.11. Xu thế biến đổi của nhiệt độ tối thấp trung bình năm ( $^{\circ}\text{C}$ ) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi**

### Nhiệt độ tối cao tuyệt đối năm

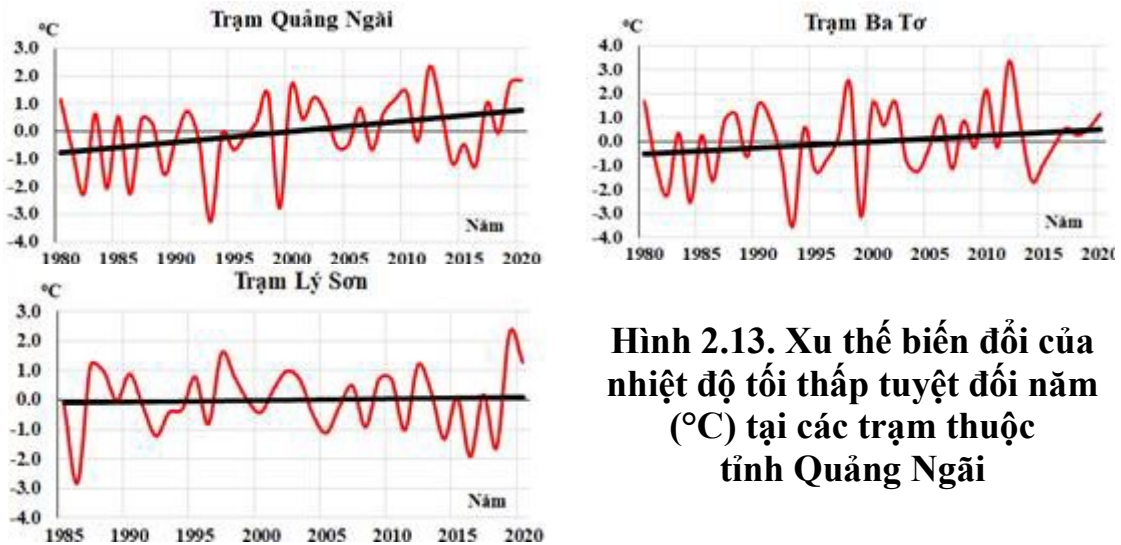
Nhiệt độ tối cao tuyệt đối năm tại Quảng Ngãi có xu thế tăng trên toàn tỉnh, với mức tăng mỗi thập kỷ khoảng  $0,1$  đến  $0,3^{\circ}\text{C}$ , trong đó, mức tăng ở phía Bắc cao hơn phía Nam (Hình 2.12).



**Hình 2.12. Xu thế biến đổi của nhiệt độ tối cao tuyệt đối năm (°C) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi**

### Nhiệt độ tối thấp tuyệt đối năm

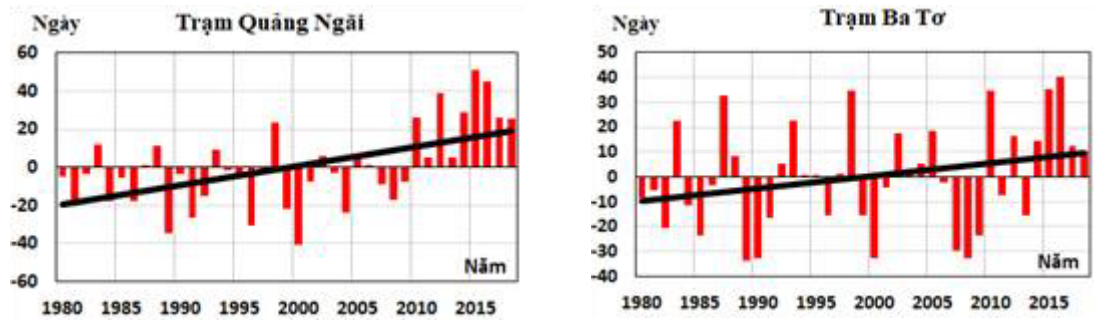
Nhiệt độ tối thấp tuyệt đối năm tại Quảng Ngãi có xu thế tăng trên toàn tỉnh, với mức tăng mỗi thập kỷ trên đất liền khoảng 0,3 đến 0,4°C; mức tăng trên đảo là dưới 0,1°C (Hình 2.13).



**Hình 2.13. Xu thế biến đổi của nhiệt độ tối thấp tuyệt đối năm (°C) tại các trạm thuộc tỉnh Quảng Ngãi**

### Số ngày nắng nóng trong năm:

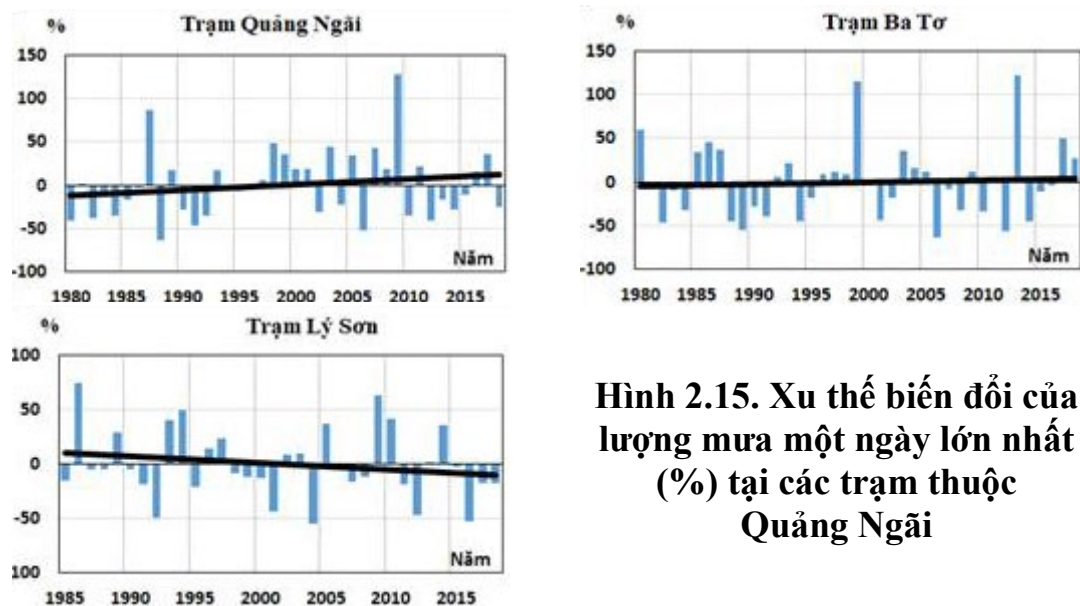
Số ngày nắng nóng năm cũng có xu thế tăng trên toàn tỉnh, với mức tăng khoảng 5 đến 10 ngày trên mỗi thập kỷ. Riêng đảo Lý Sơn, nắng nóng ít khi xảy ra, trong thời kỳ 1985 đến 2020, trung bình mỗi năm có khoảng 2 ngày nắng nóng; riêng năm 1997 và 2001 có trên 10 ngày có Tx trên 35°C (Hình 2.14). Nắng nóng gay gắt hầu như không xảy ra tại đây.



**Hình 2.14. Xu thế biến đổi của số ngày nắng nóng năm (ngày) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi**

### Lượng mưa một ngày lớn nhất

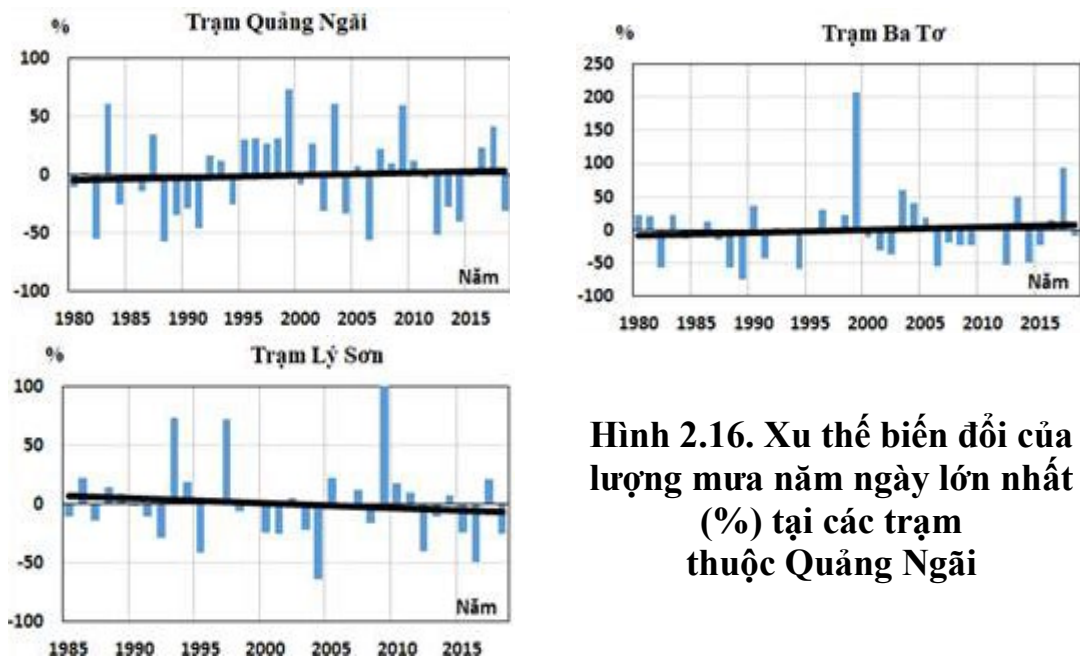
Lượng mưa một ngày lớn nhất có xu thế tăng lên ở đất liền, với mức tăng khoảng 2-6% cho mỗi thập kỷ. Tuy nhiên, trên đảo Lý Sơn, lượng mưa có xu thế giảm, khoảng 6% cho mỗi thập kỷ (Hình 2.15).



**Hình 2.15. Xu thế biến đổi của lượng mưa một ngày lớn nhất (%) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi**

### Lượng mưa năm ngày lớn nhất

Lượng mưa năm ngày lớn nhất có xu thế tăng lên ở đất liền, với mức tăng khoảng 2 -4% cho mỗi thập kỷ. Tuy nhiên, trên đảo Lý Sơn, lượng mưa có xu thế giảm, khoảng 4% cho mỗi thập kỷ (Hình 2.16).



**Hình 2.16. Xu thế biến đổi của lượng mưa năm ngày lớn nhất (%) tại các trạm thuộc Quảng Ngãi**

#### 2.5.4.2. Kịch bản biến đổi khí hậu cho tỉnh Quảng Ngãi

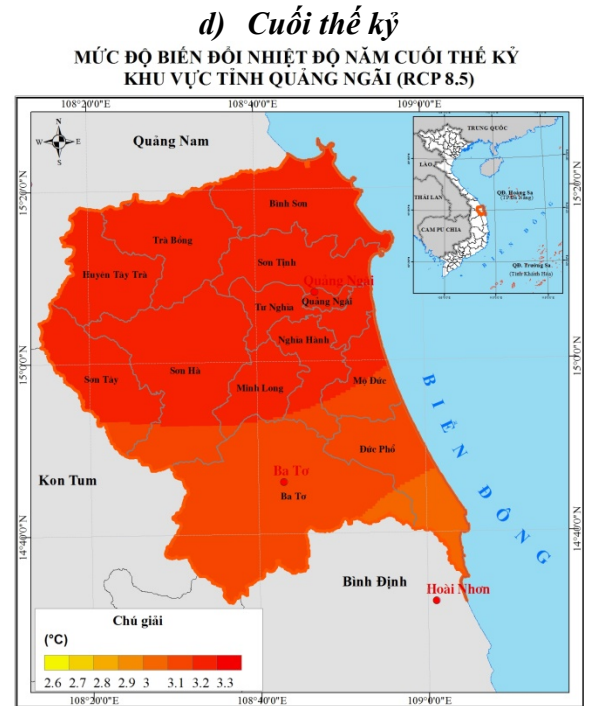
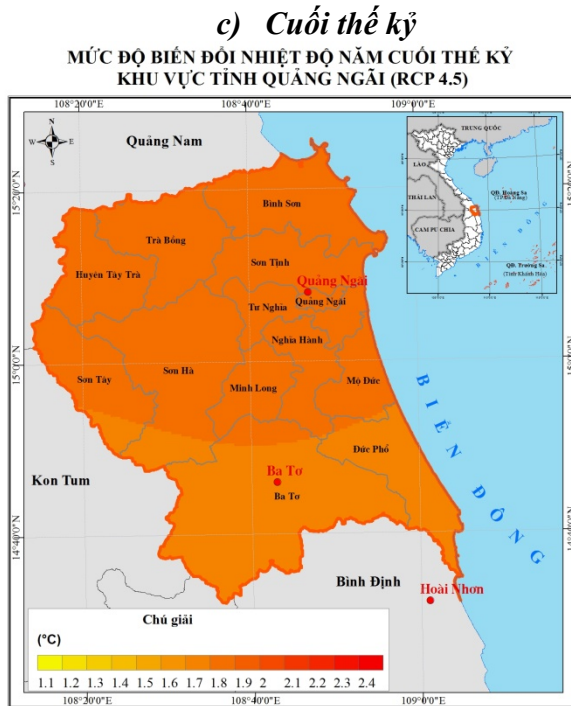
Kịch bản biến đổi khí hậu cho tỉnh Quảng Ngãi được tính toán dựa trên kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam cập nhật năm 2016 của Bộ Tài nguyên và Môi trường [1] như sau:

- Kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng theo hai kịch bản nồng độ khí nhà kính là kịch bản trung bình RCP4.5 và kịch bản cao RCP8.5.

- Biến đổi khí hậu trong tương lai được phân tích và trình bày cho giai đoạn đầu thế kỷ 21 (2016 - 2035), giữa thế kỷ 21 (2046 - 2065) và cuối thế kỷ 21 (2080 - 2099).

#### **Kịch bản thay đổi nhiệt độ**

Nhiệt độ trung bình năm, nhiệt độ mùa đông, nhiệt độ mùa xuân, nhiệt độ mùa hè, nhiệt độ mùa thu tại tỉnh Quảng Ngãi, đều có xu thế tăng ở tất cả các thời kỳ của cả hai kịch bản RCP4.5 và kịch bản RCP8.5 so với thời kỳ nền (1986-2005). Tuy nhiên sự gia tăng nhiệt độ theo kịch bản RCP8.5 là nhiều hơn, trong đó nhiệt độ mùa thu tăng nhiều hơn cả so với các mùa khác và so với nhiệt độ trung bình năm (Hình 2.17 và Bảng 2.14).



**Hình 2.17. Mức biến đổi nhiệt độ trung bình năm (°C) ở Quảng Ngãi theo kịch bản RCP4.5 (trái) và RCP8.5 (phải)**

**Bảng 2.14. Biến đổi của nhiệt độ (°C) so với thời kỳ cơ sở 1986-2005  
theo các kịch bản biến đổi khí hậu tỉnh Quảng Ngãi**

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi xung quanh trị số trung bình với cận dưới là 10% và cận trên là 90%)

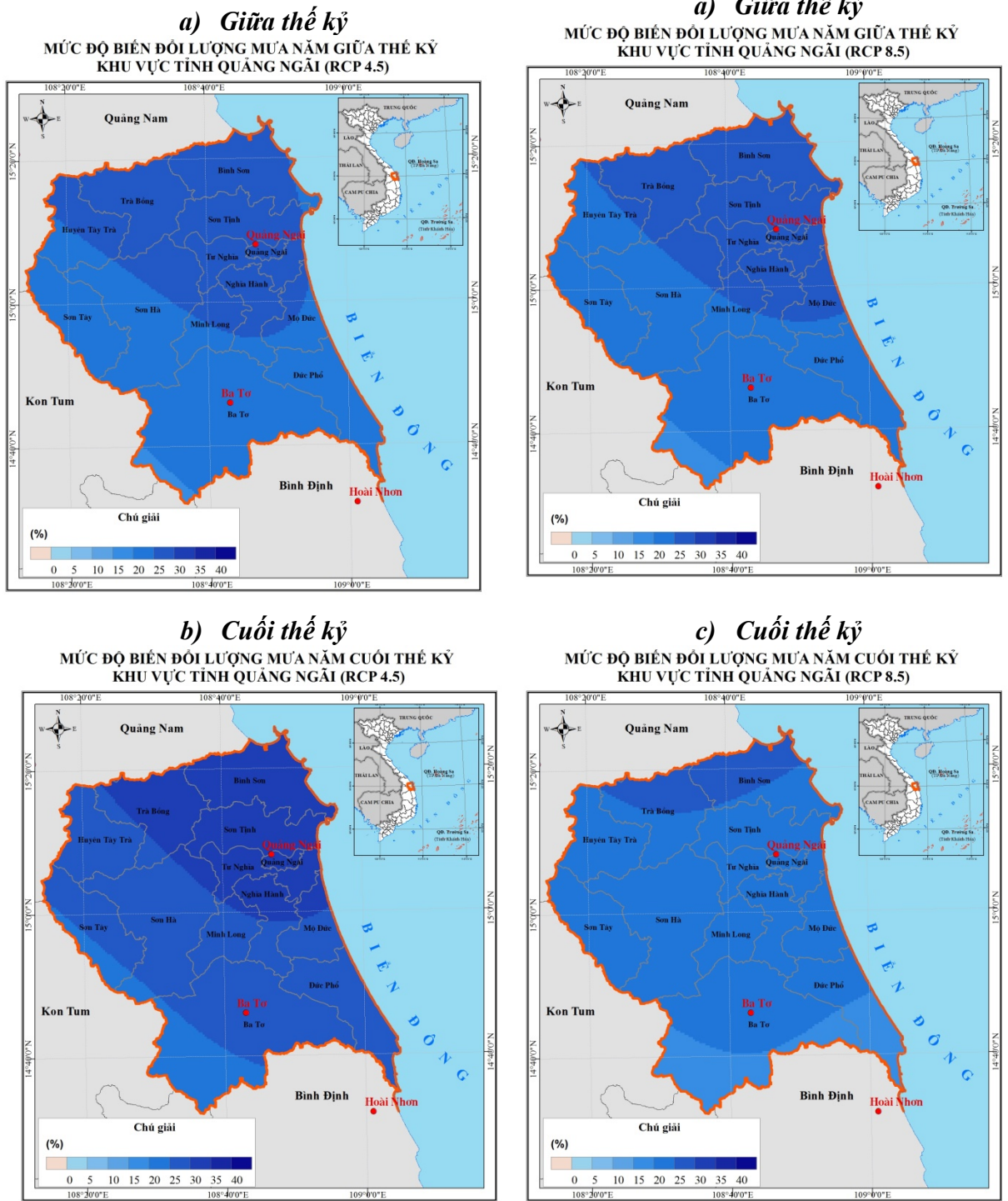
Nhiệt độ	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
	2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
TB năm	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (1,0÷2,1)	1,9 (1,3÷2,7)	0,8 (0,6÷1,2)	1,9 (1,3÷2,6)	3,2 (2,6÷4,3)
TB mùa đông	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷1,7)	1,5 (1,0÷2,0)	0,8 (0,5÷1,1)	1,7 (1,3÷2,1)	2,8 (2,3÷3,4)
TB mùa xuân	0,7 (0,3÷1,2)	1,3 (0,8÷1,8)	1,9 (1,2÷2,7)	0,8 (0,5÷1,1)	1,8 (1,1÷2,6)	3,1 (2,3÷4,1)
TB mùa hè	0,8 (0,4÷1,3)	1,7 (1,1÷2,6)	2,3 (1,7÷3,3)	0,9 (0,6÷1,4)	2,1 (1,4÷3,1)	3,7 (3,0÷5,3)
TB mùa thu	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,1÷2,7)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,2÷2,7)	3,3 (2,6÷4,5)

Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016) [1]

### **Kịch bản thay đổi lượng mưa**

Dưới tác động của biến đổi khí hậu, trong Thế kỷ 21, lượng mưa tại tỉnh Quảng Ngãi có những biến đổi cụ thể so với thời kỳ cơ sở (1986 - 2005) như sau: Lượng mưa trung bình năm và lượng mưa mùa đông, lượng mưa mùa thu đều có xu thế tăng ở tất cả các thời kỳ của cả hai kịch bản RCP4.5 và kịch bản RCP8.5. Tuy nhiên sự gia tăng lượng mưa theo kịch bản RCP4.5 là nhiều hơn, trong đó lượng mưa mùa đông tăng nhiều hơn và tăng nhiều nhất là ở cuối Thế kỷ 21 với mức tăng 65,8%.

Theo kịch bản RCP4.5, lượng mưa trung bình năm, lượng mưa mùa đông, lượng mưa mùa xuân, lượng mưa mùa thu tại tỉnh Quảng Ngãi đều có xu thế tăng ở tất cả các thời kỳ so với thời kỳ cơ sở (1986 - 2005), lượng mưa tăng nhiều nhất vào cuối Thế kỷ 21 và mùa đông là mùa có mức gia tăng lượng mưa lớn nhất là 65,8%. Chỉ riêng lượng mưa mùa hè và lượng mưa mùa xuân lại có xu thế giảm với mức giảm 2,0 - 9,3%.



**Hình 2.18. Mức biến đổi nhiệt độ lượng mưa năm (mm) ở Quảng Ngãi theo kịch bản RCP4.5 (trái) và RCP8.5 (phải)**

**Bảng 2.15. Biến đổi của lượng mưa (%) so với thời kỳ cơ sở 1986-2005  
theo các kịch bản biến đổi khí hậu tỉnh Quảng Ngãi**

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi xung quanh trị số trung bình với cận dưới là 10% và cận trên là 90%.)

Lượng mưa	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
	2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
TB năm	18,0 (12,9÷23,2)	25,2 (14,0÷38,3)	29,5 (15,3÷42,9)	18,0 (12,2÷23,5)	25,1 (17,0÷33,5)	22,2 (7,2÷35,9)
TB mùa đông	3,2 (-5,6÷11,9)	17,9 (0,2÷35,0)	65,8 (18,8÷108,8)	5,8 (-2,6÷14,1)	16,0 (-4,2÷38,7)	38,3 (-7,9÷85,6)
TB mùa xuân	4,9 (-5,9÷16,0)	-4,7 (-17,9÷8,7)	19,4 (-3,8÷42,2)	-5,4 (-13,6÷3,0)	-7,4 (-18,6÷2,7)	14,4 (-3,5÷32,5)
TB mùa hè	-2,0 (-9,9÷5,7)	-9,3 (-17,7÷-1,6)	-4,5 (-10,9÷2,4)	18,4 (-0,6÷34,4)	-0,9 (-8,5÷6,5)	-9,1 (-17,8÷-0,5)
TB mùa thu	28,9 (20,6÷37,3)	39,1 (24,2÷55,3)	33,2 (20,0÷46,6)	23,5 (15,2÷32,0)	35,9 (25,8÷45,7)	26,9 (11,5÷42,5)

Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016) [1]

Theo kịch bản RCP8.5, lượng mưa trung bình năm, lượng mưa mùa đông, lượng mưa mùa thu tại tỉnh Quảng Ngãi đều có xu thế tăng ở tất cả các thời kỳ so với thời kỳ cơ sở (1986 - 2005), lượng mưa tăng nhiều nhất vào cuối Thế kỷ 21 và mùa đông là mùa có mức gia tăng lượng mưa lớn nhất là 38,3%. Chỉ riêng lượng mưa mùa hè và lượng mưa mùa xuân lại có xu thế giảm với mức giảm 0,9 - 9,1%. Riêng lượng mưa mùa xuân thời kỳ 2080 - 2099 và lượng mưa mùa hè thời kỳ 2016 - 2035 lại có xu thế tăng với mức tăng từ 14,4 - 18,4% (Bảng 2.15 và Hình 2.18).

#### **Kịch bản thay đổi lượng mưa một ngày lớn nhất (Rx1day)**

Theo kịch bản RCP4.5, trong thế kỷ 21, Rx1day năm ở Quảng Ngãi có xu thế tăng, mức tăng lớn hơn rất nhiều so với kịch bản RCP2.6. Vào đầu thế kỷ, Rx1day tăng phổ biến 45 ÷ 60%. Vào giữa thế kỷ, Rx1day tăng phổ biến 50 ÷ 65%. Đến cuối thế kỷ, Rx1day tăng phổ biến 65 ÷ 80% trong đó tăng cao nhất ở trạm Quảng Ngãi (Bảng 2.16).

**Bảng 2.16. Mức biến đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất năm (%) tại các trạm khí tượng Quảng Ngãi**

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 20% và cận trên 80%)

Kịch bản	Trạm	Thời kỳ		
		Đầu thế kỷ 21 (2016 - 2035)	Giữa thế kỷ 21 (2046 - 2065)	Cuối thế kỷ 21 (2080 - 2099)
RCP4.5	Ba Tư	46.5 (27.5 - 63.7)	66.0 (41.2 - 88.2)	64.5 (53.3 - 75.3)
	Quảng Ngãi	59.8 (39.1 - 80.4)	56.6 (46.0 - 67.1)	81.4 (62.9 - 99.8)
	Lý Sơn	49.5 (27.5 - 73.2)	53.6 (35.2 - 73.1)	65.4 (40.2 - 94.6)
RCP8.5	Ba Tư	46.3 (33.7 - 57.3)	51.8 (39.9 - 64.1)	60.9 (43.5 - 77.0)
	Quảng Ngãi	84.8 (50.7 - 113.4)	69.1 (60.0 - 77.8)	65.9 (50.6 - 80.9)
	Lý Sơn	86.2 (59.3 - 115.7)	80.6 (59.4 - 102.3)	78.9 (51.5 - 103.5)

*Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016) [1]*

Theo kịch bản RCP8.5, trong thế kỷ 21, Rx1day năm ở Quảng Ngãi có xu thế tăng so với thời kỳ cơ sở. Vào đầu thế kỷ, Rx1day tăng phổ biến từ 45 ÷ 85%. Vào giữa thế kỷ, mức tăng Rx1day phổ biến từ 50 ÷ 80%. Đến cuối thế kỷ, Rx1day tăng phổ biến 60 ÷ 80%. Ở cả 3 thời kỳ, mức tăng Rx1day ở trạm đảo Lý Sơn luôn lớn nhất, trạm Ba Tư luôn nhỏ nhất (Bảng 2.16).

#### **Kịch bản thay đổi lượng mưa 5 ngày lớn nhất (R5xday)**

Theo kịch bản RCP4.5, trong thế kỷ 21, Rx5day năm ở Quảng Ngãi có xu hướng tăng so với thời kỳ cơ sở trên phạm vi toàn tỉnh. Vào đầu thế kỷ, Rx5day tăng phổ biến 25 ÷ 40%. Vào giữa thế kỷ, Rx5day tăng phổ biến 40 ÷ 50%. Đến cuối thế kỷ, Rx5day tăng phổ biến 50 ÷ 60%. Ở cả 3 thời kỳ, Rx5day đều có xu hướng tăng cao nhất ở trạm Quảng Ngãi (Bảng 2.17).

Theo kịch bản RCP8.5, trong thế kỷ 21, Rx5day năm ở Quảng Ngãi có xu thế tăng so với thời kỳ cơ sở. Vào đầu thế kỷ, Rx5day tăng phổ biến từ 15 ÷ 50%. Vào giữa thế kỷ, Rx5day tăng phổ biến 40 ÷ 60%. Đến cuối thế kỷ,

mức tăng Rx5day phổ biến 40 ÷ 80%. Ở cả 3 thời kỳ, lượng mưa luôn có xu hướng tăng cao nhất ở trạm Lý Sơn, tăng thấp nhất ở trạm Ba Tư (Bảng 2.17).

**Bảng 2.17. Mức biến đổi lượng mưa 5 ngày lớn nhất năm (%) tại các trạm khí tượng Quảng Ngãi so với thời kỳ cơ sở**

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 20%, cận trên 80%)

Kịch bản	Trạm	Thời kỳ		
		Đầu thế kỷ 21 (2016 - 2035)	Giữa thế kỷ 21 (2046 - 2065)	Cuối thế kỷ 21 (2080 - 2099)
RCP4.5	Ba Tư	26.2 (9.7 - 42.0)	48.2 (21.6 - 76.0)	49.2 (32.1 - 65.8)
	Quảng Ngãi	40.6 (25.5 - 54.8)	52.5 (32.7 - 73.1)	62.8 (41.8 - 84.4)
	Lý Sơn	37.2 (15.7 - 58.5)	41.3 (21.1 - 62.7)	52.3 (23.0 - 83.2)
RCP8.5	Ba Tư	17.0 (8.7 - 25.2)	40.4 (30.4 - 49.7)	43.7 (22.6 - 63.2)
	Quảng Ngãi	43.3 (28.0 - 57.0)	57.6 (46.1 - 68.9)	60.3 (35.2 - 84.4)
	Lý Sơn	50.3 (29.5 - 70.9)	60.4 (38.9 - 80.9)	80.8 (44.8 - 113.7)

Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016) [1]

### Kịch bản nước biển dâng

Kịch bản nước biển dâng được xây dựng cho vùng bờ biển từ đèo Hải Vân đến Mũi Đại Lãnh trong đó có Quảng Ngãi ứng với bốn kịch bản: kịch bản RCP8.5 (nồng độ khí nhà kính cao), kịch bản RCP6.0 (nồng độ khí nhà kính trung bình cao), kịch bản RCP4.5 (nồng độ khí nhà kính trung bình thấp) và kịch bản RCP2.6 (nồng độ khí nhà kính thấp).

Mực nước biển dâng tương đối cho khu vực được xây dựng theo mực nước dâng trung bình toàn cầu trong tương lai và mực nước dâng trong quá khứ bao gồm số liệu quan trắc từ trạm hải văn và từ vệ tinh theo phương trình tuyến tính. Kịch bản mực nước biển dâng tương đối cho khu vực Quảng Ngãi theo các kịch bản được trình bày tương ứng trong Bảng 2.18 và Hình 2.19.

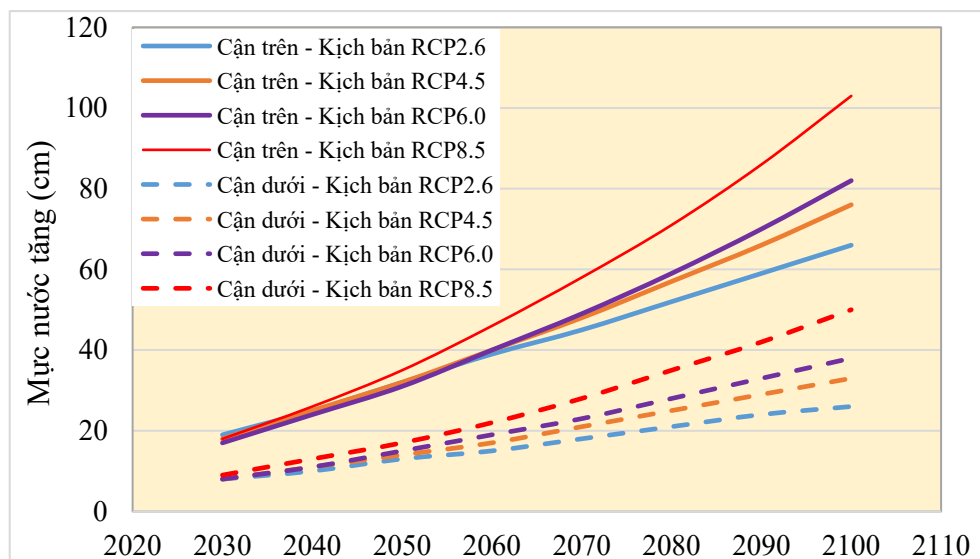
Trong 50 năm đầu của thế kỉ, mực nước biển dâng với tốc độ chậm hơn so với 50 năm sau của thế kỷ (chỉ khoảng 13 - 25 cm). Theo các kịch bản nước biển dâng, mực nước biển có xu hướng tăng nhanh hơn từ giữa thế kỷ

21, mực nước biển dâng vào khoảng 22 - 25 cm vào giữa thế kỷ 21. Vào cuối thế kỷ, mực nước biển dâng cho khu vực tỉnh Quảng Ngãi khoảng 45 - 73 cm.

**Bảng 2.18. Kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu khu vực tỉnh Quảng Ngãi (cm)**

Năm	Kịch bản			
	RCP2.6	RCP4.5	RCP6.0	RCP8.5
2030	13 (8 ÷ 19)	13 (8 ÷ 18)	12 (8 ÷ 17)	13 (9 ÷ 18)
2040	17 (10 ÷ 25)	17 (11 ÷ 25)	17 (11 ÷ 24)	18 (13 ÷ 26)
2050	22 (13 ÷ 32)	23 (14 ÷ 32)	22 (15 ÷ 31)	25 (17 ÷ 35)
2060	26 (15 ÷ 39)	28 (17 ÷ 40)	28 (19 ÷ 40)	33 (22 ÷ 46)
2070	31 (18 ÷ 45)	34 (21 ÷ 48)	34 (23 ÷ 49)	41 (28 ÷ 58)
2080	35 (21 ÷ 52)	40 (25 ÷ 57)	41 (28 ÷ 59)	51 (35 ÷ 71)
2090	40 (24 ÷ 59)	47 (29 ÷ 66)	49 (33 ÷ 70)	62 (42 ÷ 86)
2100	45 (26 ÷ 66)	54 (33 ÷ 76)	57 (38 ÷ 82)	73 (50 ÷ 103)

Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016) [1]



**Hình 2.19. Kịch bản nước biển dâng cho khu vực ven biển Quảng Ngãi**

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 0,86% diện tích tỉnh Quảng Ngãi nguy cơ bị ngập, tập trung chủ yếu ở các huyện ven biển như Đức Phổ (3,62%), Sơn Tịnh (3,24%), Tư Nghĩa (3,49%).

### **Kịch bản thay đổi nguy cơ hạn hán**

Thực tế cho thấy nắng nóng đã làm cho lượng nước bốc hơi tăng nhanh, đồng thời mực nước trên các hồ chứa, đồng ruộng cũng nhanh chóng bị hạ thấp dẫn đến nguy cơ hạn hán gia tăng. Do vậy, để đánh giá nguy cơ hạn hán trong tương lai, tác giả đã xem xét mức biến đổi số ngày nắng nóng theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 chi tiết đến cấp huyện.

**Bảng 2.19. Kết quả tính toán số ngày nắng nóng theo các kịch bản biến đổi khí hậu tại các huyện, thành phố thuộc tỉnh Quảng Ngãi (ngày)**

TT	Huyện/Thành Phố	Thời kỳ cơ sở	Kịch bản RCP4.5				Kịch bản RCP8.5		
		1986-2005	2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099	
1	Huyện Ba Tơ	73,80	75,15	109,55	128,20	112,50	156,90	175,30	
2	Huyện Sơn Tây	3,65	6,85	12,10	19,60	11,45	29,75	50,70	
3	Huyện Sơn Hà	34,40	50,85	88,00	107,90	89,10	139,90	167,40	
4	Huyện Tây Trà	47,40	78,65	118,10	145,60	120,85	165,35	196,10	
5	Huyện Trà Bồng	38,65	60,60	95,90	117,80	100,95	147,40	170,90	
6	Huyện Sơn Tịnh	47,00	71,50	110,95	140,70	114,50	162,15	189,20	
7	Huyện Bình Sơn	8,70	23,25	48,35	67,50	50,80	109,55	155,20	
8	Huyện Minh Long	34,40	50,85	88,00	107,90	89,10	139,90	167,40	
9	Huyện Nghĩa Hành	45,95	68,45	105,85	125,20	111,45	158,70	174,50	
10	Huyện Tư Nghĩa	47,00	71,50	110,95	140,70	114,50	162,15	189,20	
11	Huyện Mộ Đức	15,90	33,45	62,20	84,20	62,60	121,90	161,50	
12	Huyện Đức Phổ	15,90	33,45	62,20	84,20	62,60	121,90	161,50	
13	TP. Quảng Ngãi	47,00	71,50	110,95	140,70	114,50	162,15	189,20	

*Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016) [1]*

Để tính toán số ngày nắng nóng (có nhiệt độ cao nhất  $T_x \geq 35^\circ\text{C}$ ) trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi, sử dụng số liệu nhiệt độ ngày lớn nhất của 12 trạm (trạm Ba Tơ, Giá Vực, Sơn Hà, Trà My, Trà Bồng, Trà Khúc, Châu Ổ, Sơn Giang, An Chí, Mộ Đức, Đức Phổ, Quảng Ngãi). Phần lớn các trạm đo có tài liệu quan trắc từ 1976 đến nay có chất lượng đảm bảo, đáng tin cậy.

Tính toán số ngày nắng nóng tại các huyện trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi theo thời kỳ cơ sở 1986 - 2005 và theo hai kịch bản biến đổi khí hậu RCP4.5 và RCP8.5 với các thời kỳ được tính toán như sau: 2016 - 2035; 2046 - 2065; 2080 - 2099 (Bảng 2.19).

Theo kết quả tính toán cho kịch bản cơ sở, các huyện miền núi Ba Tơ, Tây Trà, Trà Bồng là những nơi có số ngày có nhiệt độ trên  $35^\circ\text{C}$  lớn, nằm trong khoảng từ 38 - 74 ngày. Số ngày nắng nóng ( $T > 35^\circ\text{C}$ ) lớn nhất tính toán được tại Ba Tơ (73,8 ngày). Khu vực đồng bằng ven biển có số ngày có nhiệt độ trên  $35^\circ\text{C}$  ít hơn, phổ biến từ 08 - 47 ngày. Huyện Sơn Tây có số ngày có nhiệt độ trên  $35^\circ\text{C}$  là ít nhất (3,65 ngày).

### **Kịch bản thay đổi nguy cơ lũ**

Tại Quảng Ngãi, trận lũ tháng 12/1999 được chọn làm cơ sở để tính toán ngập lụt cho khu vực Quảng Ngãi. Sử dụng mô hình MIKE 11 GIS với số liệu đầu vào là bộ thông số mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định ở trên cho trận lũ năm 1999 kết hợp với mô hình cao độ số (DEM) để tính toán ngập lụt cho Quảng Ngãi (Bảng 2.20 và Bảng 2.21).

**Bảng 2.20. Diện tích ngập tỉnh Quảng Ngãi  
theo kịch bản hiện trạng năm 1999**

Kịch bản	Tỉnh	Diện tích ngập toàn bộ (ha)	Diện tích bị ngập sâu (ha)				
			$\geq 1\text{m}$	$\geq 2\text{m}$	$\geq 3\text{m}$	$\geq 4\text{m}$	$\geq 5\text{m}$
Nền	Quảng Ngãi	59.665	52.285	43.407	34.656	26.030	17.217

*Nguồn: Huỳnh Thị Lan Hương (2015) [7]*

**Bảng 2.21. Kết quả ngập lụt tính cho các huyện  
theo kịch bản hiện trạng năm 1999**

STT	Huyện/thành phố	Diện tích ngập toàn bộ (ha)	Diện tích bị ngập sâu (ha)				
			>=1m	>=2m	>=3m	>=4m	>=5m
1	TP. Quảng Ngãi	3.129	2.387	1.899	1.270	698	0
2	Bình Sơn	4.621	3.341	1.631	559	249	125
3	Sơn Tịnh	9.186	6.719	5.045	3.304	1.709	783
4	Tur Nghĩa	9.788	8.204	7.067	5.650	3.751	800
5	Nghĩa Hành	7.571	6.232	4.696	3.163	1.271	24
6	Mộ Đức	12.900	12.169	11.205	10.114	8.859	7.256
7	Đức Phổ	11.904	12.687	11.353	10.130	9.072	7.856
8	Sơn Hà	566	546	512	465	421	373

*Nguồn: Huỳnh Thị Lan Hương (2015) [7]*

Dựa vào kết quả tính toán theo kịch bản biến đổi khí hậu cho thấy, diện tích ngập lớn nhất tại các huyện, thành phố thuộc tỉnh Quảng Ngãi ở tất cả các thời kỳ của kịch bản biến đổi khí hậu RCP4.5 đều tăng so với thời kỳ cơ sở (1986 - 2005) với mức tăng từ 21,0 - 2.214 ha tương ứng với mức tăng 0,49 - 47,91%, trong đó thời kỳ 2080 - 2099 tăng nhiều nhất, tiêu biểu là huyện Bình Sơn và Sơn Tịnh với mức tăng lần lượt là 2.214 ha (tăng 47,91%) và 1.453 ha (tăng 15,82%), tiếp đó là đến các huyện Tur Nghĩa và huyện Nghĩa Hành với mức tăng lần lượt là 542 ha (tương ứng với mức tăng 5,53%) và 254 ha (tăng 3,35%) (ứng với thời kỳ 2080 - 2099). Trong khi đó huyện Sơn Hà có mức tăng thấp nhất là 21,0 ha (tăng 3,73%, ứng với thời kỳ 2016 - 2035).

## **2.6. Tiểu kết Chương 2**

### **2.6.1. Về bộ chỉ số đánh giá an ninh nước**

Căn cứ vào kết quả tổng quan tài liệu kết hợp với tình hình thông tin, dữ liệu thực tiễn tại địa phương, thông qua phương pháp xin ý kiến chuyên gia, Luận án đã xác định được 17 chỉ số thành phần, 04 nhóm chỉ số chính để

tính toán an ninh nước. Chỉ số an ninh nước được phân thành 05 ngưỡng từ an ninh nước rất thấp đến an ninh nước rất cao.

### ***2.6.2. Về các phương pháp mô hình toán và phương pháp tính toán nhu cầu nước cho các ngành***

Luận án sử dụng bộ mô hình MIKE bản quyền của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, bao gồm các mô hình toán thủy văn, thủy lực nhằm tính toán các số liệu phục vụ việc xây dựng các chỉ số đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước mặt. Trong đó, Mô hình MIKE-NAM được sử dụng để đánh giá sự thay đổi dòng chảy của hệ thống sông trên lưu vực bao gồm dòng chảy năm, dòng chảy mùa lũ và mùa kiệt trên lưu vực; Mô hình MIKE11 dùng để mô phỏng dòng chảy, lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở các cửa sông, sông, kênh tưới...; Mô hình CROPWAT (phiên bản 8.0) để tính nhu cầu tưới, chế độ tưới và kế hoạch tưới cho các loại cây trồng trong các điều kiện khác nhau. Bên cạnh đó, nhu cầu nước cho lĩnh vực sinh hoạt, công nghiệp, dịch vụ là sử dụng phương pháp phân tích thống kê dựa trên các chỉ tiêu cấp nước.

### ***2.6.3. Về số liệu sử dụng trong Luận án***

Số liệu mưa ngày tại các trạm có đo mưa và lưu lượng nước ngày tại trạm thủy văn Sơn Giang và An Chỉ được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn MIKE-NAM. Các kết quả tính toán nhiệt độ và lượng mưa tại các trạm khí tượng Quảng Ngãi, Ba Tư và Lý Sơn dựa theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu thực hiện tương ứng với Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016. Số liệu kinh tế - xã hội của tỉnh Quảng Ngãi được lấy trong các quy hoạch của tỉnh và Niên giám thống kê tỉnh. Ngoài ra, các số liệu khác được thu thập thông qua hoạt động điều tra, khảo sát tại địa phương.

#### ***2.6.4. Phân tích, đánh giá an ninh nước tỉnh Quảng Ngãi thông qua các báo cáo và số liệu thu thập được***

Qua phân tích số liệu và thông tin về hiện trạng tài nguyên nước, có thể rút ra một số nhận định về hiện trạng an ninh nước ở Quảng Ngãi như sau: nhìn chung, tài nguyên nước của Quảng Ngãi khá dồi dào, nhưng phân bố không đều theo không gian và thời gian. Dòng chảy tại trạm vùng núi phía Tây lớn hơn rất nhiều so với trạm đồng bằng, dòng chảy mùa lũ chiếm tỷ lệ lớn. Vào mùa cạn, do lượng dòng chảy sông suối giảm, nhất là vào các tháng III-VIII, thiếu hụt nguồn nước xảy ra trên hầu hết các khu vực trên địa bàn tỉnh. Ô nhiễm nước cũng đã xuất hiện ở nhiều khu vực của tỉnh Quảng Ngãi. Cùng với dự báo về tài nguyên nước trong tương lai, trong điều kiện biến đổi khí hậu, sơ bộ có thể đánh giá được tài nguyên nước của Quảng Ngãi đang đứng trước nguy cơ bị mất an ninh.

Trên đây là cơ sở để Luận án tiến hành tính toán, đánh giá, phân ngưỡng để đánh giá an ninh nước trong các kịch bản hiện trạng, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, biến đổi khí hậu cho các đơn vị hành chính trong tỉnh Quảng Ngãi. Từ đó, phân tích để đề xuất các giải pháp nhằm đảm bảo và tăng cường an ninh nước cho tỉnh Quảng Ngãi. Các nội dung tính toán cụ thể sẽ được trình bày trong Chương 3.

## CHƯƠNG 3:

# ĐÁNH GIÁ AN NINH NƯỚC VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP ĐẢM BẢO, TĂNG CƯỜNG AN NINH NƯỚC TỈNH QUẢNG NGÃI

### 3.1. Đánh giá an ninh nước tỉnh Quảng Ngãi

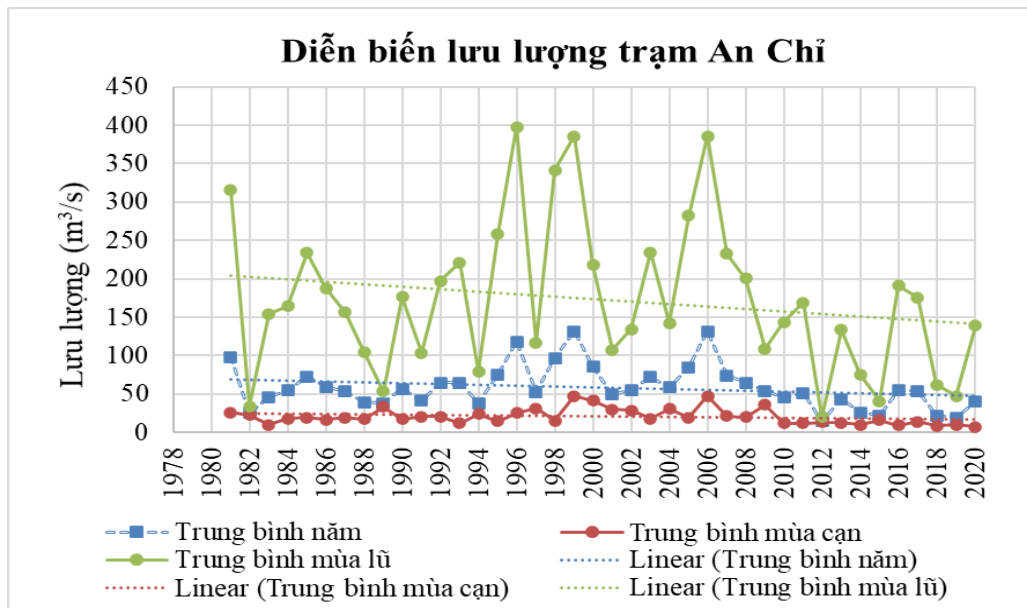
#### 3.1.1. Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước và nhu cầu sử dụng nước của Quảng Ngãi

##### 3.1.1.1. Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước ở Quảng Ngãi

###### a. Thay đổi của dòng chảy theo số liệu quan trắc

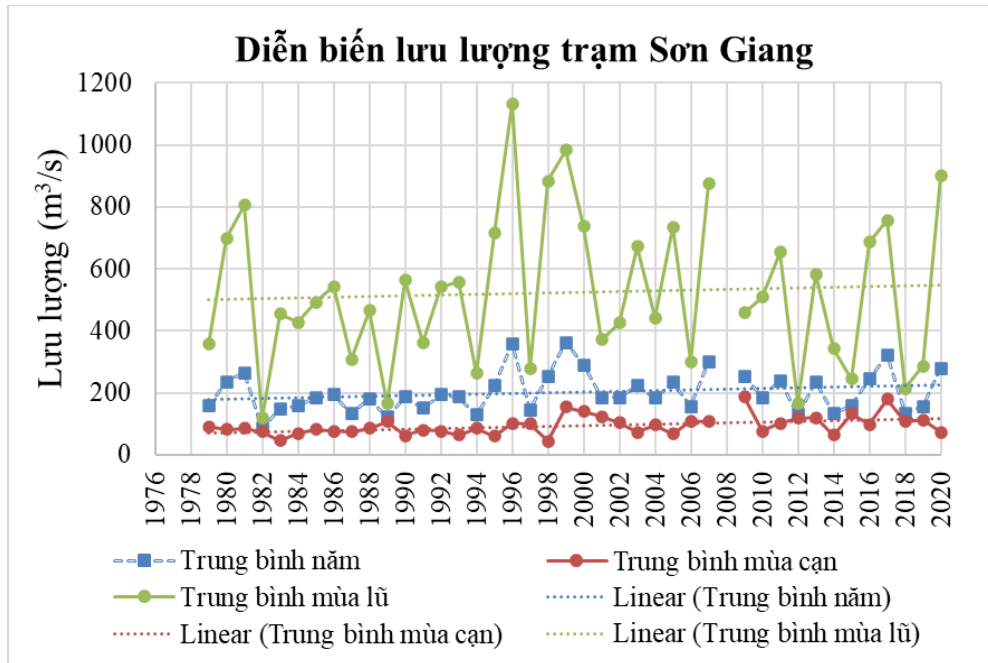
Lưu lượng dòng chảy trên sông Vệ tại trạm thủy văn An Chỉ có xu hướng giảm cả ở 3 đặc trưng mùa lũ, mùa cạn và năm. Dòng chảy trên sông Trà Khúc tại trạm Sơn Giang có xu thế tăng.

Tại trạm thủy văn An Chỉ: Xét trong thời đoạn từ 1981-2020, lưu lượng trung bình lũ mỗi năm giảm  $1,6\text{m}^3/\text{s}$ , lưu lượng trung bình mùa cạn giảm  $0,2\text{m}^3/\text{s}$ , lưu lượng trung bình năm giảm  $0,6\text{m}^3/\text{s}$  (Hình 3.1).



**Hình 3.1. Diễn biến lưu lượng tại trạm An Chỉ**

Tại trạm thủy văn Sơn Giang: Xét trong thời đoạn từ 1981-2020, lưu lượng trung bình lũ mỗi năm tăng  $1,2\text{m}^3/\text{s}$ , lưu lượng trung bình mùa cạn tăng  $1,1\text{m}^3/\text{s}$ , lưu lượng trung bình năm tăng  $1,1\text{m}^3/\text{s}$  (Hình 3.2).



**Hình 3.2. Diễn biến lưu lượng tại trạm Sơn Giang**

**b. Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy**

- Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mặt, mô hình MIKE-NAM được sử dụng để tính toán dòng chảy mặt cho các khu vực cần tính toán cho thời kỳ cơ sở 1986 - 2005 và các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065, 2080 - 2099 theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Sự biến động về tài nguyên nước giữa các thời kỳ được sử dụng để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mặt trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi.

Trên các lưu vực sông thuộc địa bàn tỉnh Quảng Ngãi chỉ có 2 trạm thủy văn có quan trắc lưu lượng nước là trạm Sơn Giang trên sông Trà Khúc và trạm An Chỉ trên sông Vệ. Do đó, luận án sử dụng số liệu lưu lượng nước

thực đo tại 2 trạm Sơn Giang và An Chỉ để hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình MIKE-NAM cho lưu vực được khống chế bởi 2 trạm này.

- Hiệu chỉnh mô hình MIKE-NAM

Để hiệu chỉnh bộ thông số mô hình MIKE-NAM, luận án sử dụng chuỗi số liệu lưu lượng nước trung bình ngày giai đoạn 1981-2007 tại 2 trạm Sơn Giang và An Chỉ.

Danh sách các trạm đo mưa, bốc hơi và trọng số của các trạm sử dụng trong tính toán dòng chảy cho các lưu vực của các trạm thủy văn nói trên được trình bày trong Bảng 3.1.

**Bảng 3.1. Danh sách các trạm mưa và bốc hơi được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình MIKE-NAM**

Trạm thủy văn	Sông	Diện tích lưu vực (km <sup>2</sup> )	Trạm mưa / Trọng số									Trạm bốc hơi
			Sơn Giang	An Chỉ	Trà Bông	Cổ Lũy	Sơn Hà	Mộ Đức	Ba Tơ	Giá Vực	Kon Plong	
Sơn Giang	Trà Khúc	2.440	0,3	0	0,08	0,11	0,06	0	0	0,22	0,23	Ba Tơ
An Chỉ	Vệ	814	0	0,18	0	0	0	0,02	0,64	0,16	0	Ba Tơ

Sau khi hiệu chỉnh mô hình MIKE-NAM cho các trạm thủy văn Sơn Giang và An Chỉ, bộ thông số mô hình được sử dụng cho kiểm định mô hình để đánh giá độ tin cậy của kết quả tính toán. Bộ thông số của MIKE-NAM cho lưu vực của các trạm thủy văn Sơn Giang và An Chỉ được trình bày trong Bảng 3.2.

**Bảng 3.2. Bộ thông số mô hình NAM tại các lưu vực**

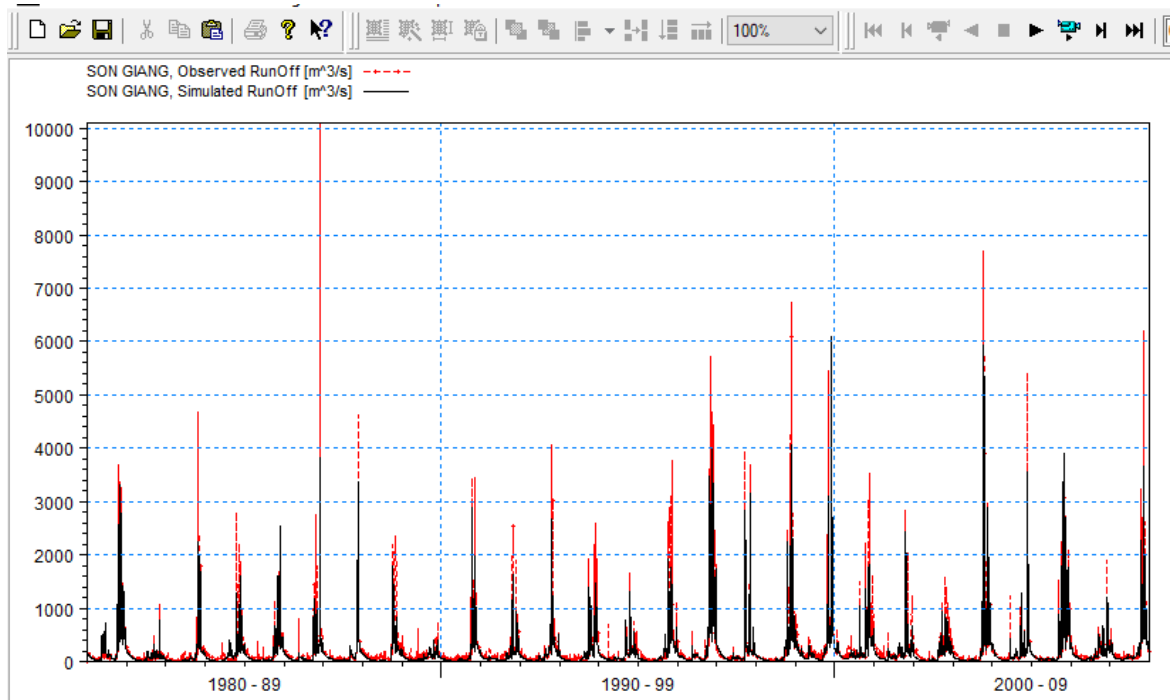
STT	Trạm	Thông số								
		U <sub>max</sub>	L <sub>max</sub>	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF
1	Sơn Giang	10	106	0,65	776	47,1	0,906	0,623	0,4	1200
2	An Chỉ	11	120	0,65	250	35	0,906	0,623	0,65	1200

Độ chính xác của kết quả tính toán dòng chảy trong quá trình hiệu chỉnh được đánh giá bằng chỉ tiêu Nash-Sutcliffe với các giá trị đều lớn hơn 0,8. Kết quả đánh giá cho các lưu vực được trình bày trong Bảng 3.3.

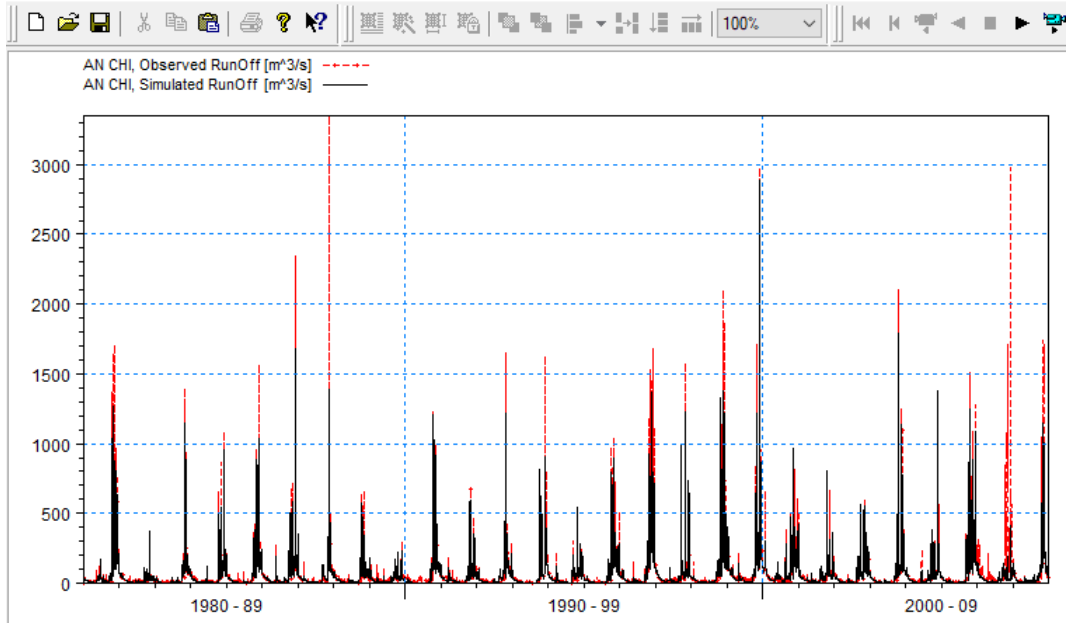
**Bảng 3.3. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh mô hình NAM**

STT	Trạm	Thời gian hiệu chỉnh	Chỉ tiêu Nash-Sutcliffe
1	Sơn Giang	1981 - 2007	0,80
2	An Chỉ	1981 - 2007	0,91

Đường quá trình lưu lượng nước tính toán và thực đo trong thời kỳ hiệu chỉnh tại 2 trạm Sơn Giang và An Chỉ được trình bày trong Hình 3.3 và Hình 3.4.



**Hình 3.3. Dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm Sơn Giang  
(hiệu chỉnh)**



**Hình 3.4. Dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm An Chỉ  
(hiệu chỉnh)**

- Kiểm định mô hình MIKE-NAM

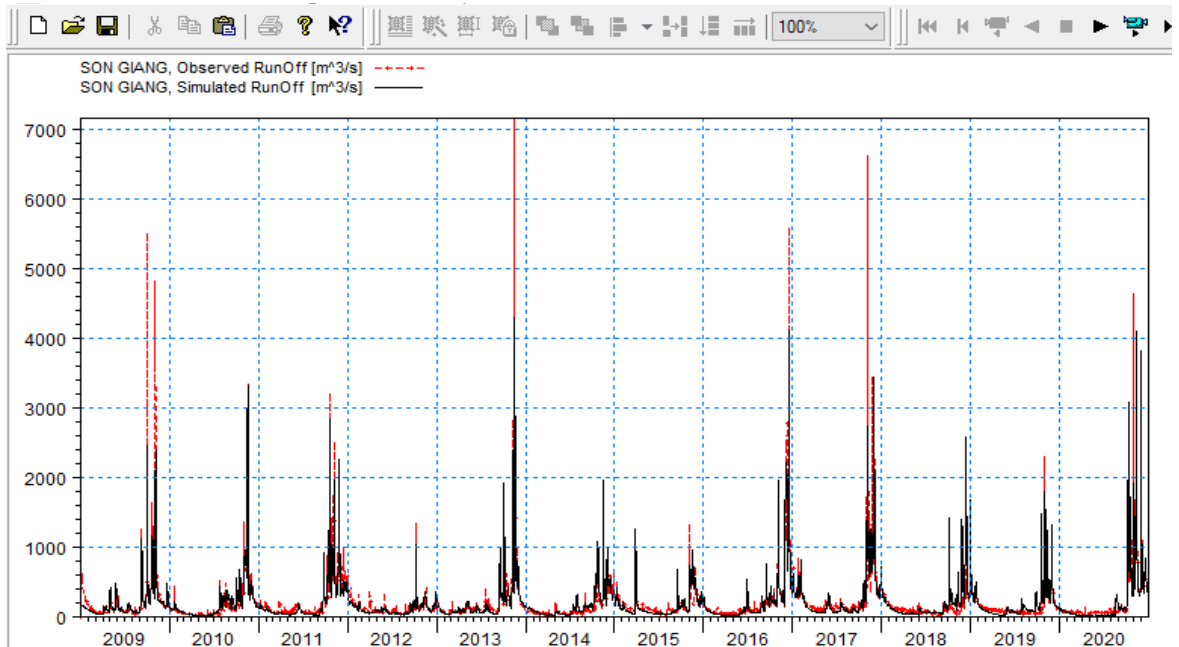
Để kiểm định bộ thông số mô hình MIKE-NAM, luận án sử dụng chuỗi số liệu lưu lượng nước trung bình ngày giai đoạn 2009-2020 tại 2 trạm Sơn Giang và An Chỉ.

**Bảng 3.4. Đánh giá kết quả kiểm định mô hình NAM**

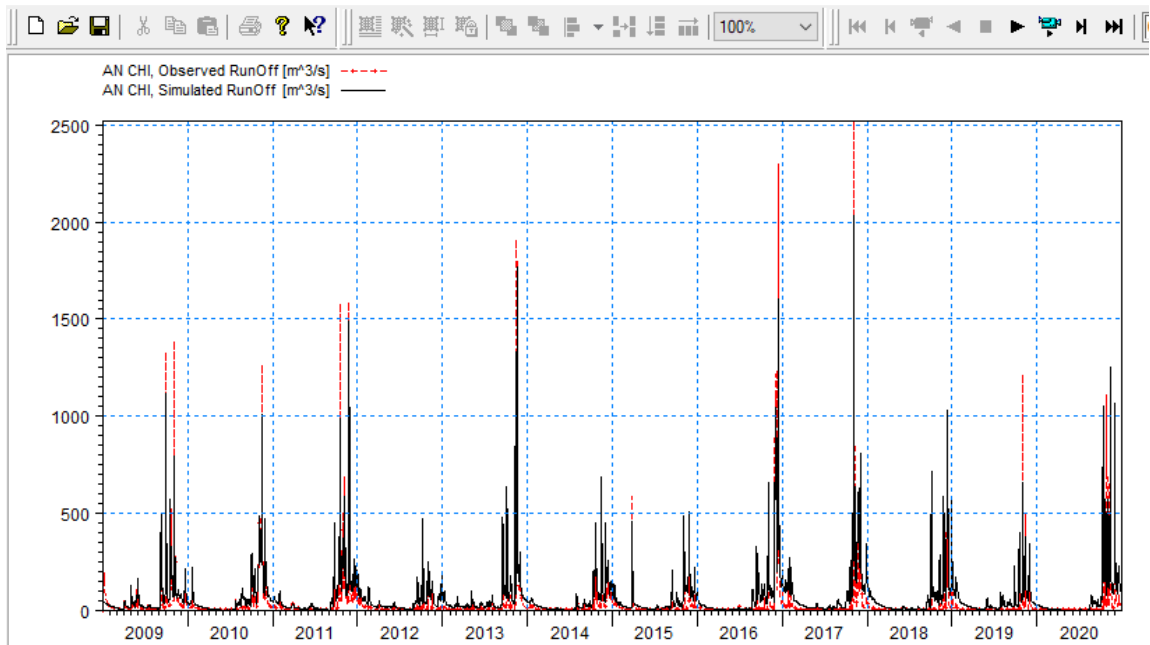
STT	Trạm	Thời gian kiểm định	Chỉ tiêu Nash-Sutcliffe
1	Sơn Giang	2009 - 2020	0,87
2	An Chỉ	2009 - 2020	0,88

Độ chính xác của kết quả tính toán dòng chảy trong quá trình kiểm định cũng được đánh giá bằng chỉ tiêu Nash-Sutcliffe với các giá trị đều lớn hơn 0,87. Vì vậy, mô hình đều đảm bảo được độ chính xác để có thể được sử dụng để tính toán, mô phỏng cho tương lai. Kết quả đánh giá cho các lưu vực được trình bày trong Bảng 3.4.

Đường quá trình lưu lượng nước tính toán và thực đo trong thời kỳ kiểm định mô hình tại 2 trạm Sơn Giang và An Chi được trình bày trong Hình 3.5 và Hình 3.6.



**Hình 3.5. Dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm Sơn Giang (kiểm định)**



**Hình 3.6. Dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm An Chi (kiểm định)**

Việc đánh giá kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho thấy các bộ thông số mô hình MIKE-NAM có thể được sử dụng để tính toán dòng chảy theo các kịch bản cho các huyện/thành phố của Quảng Ngãi.

Để tính toán dòng chảy cho các huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi, luận án đã phân chia thành các tiểu vùng theo lưu vực sông sao cho dòng chảy sinh ra trên các tiểu vùng ở thượng lưu sẽ chảy xuống tiểu vùng ở phía hạ lưu. Ví dụ, huyện Ba Tơ được chia thành 5 tiểu vùng, trong đó, BATO1 chảy xuống huyện Nghĩa Hành, BATO2 chảy xuống huyện Sơn Hà, BATO4 chảy xuống huyện Đức Phổ và BATO5 chảy sang tỉnh Bình Định (Hình 3.7).

Theo kết quả tính toán trong Bảng 3.5 và Bảng 3.6 có thể thấy, trong tương lai dưới tác động của biến đổi khí hậu, dòng chảy năm và dòng chảy mùa lũ đều có xu thế tăng, dòng chảy mùa kiệt có xu thế giảm so với thời kỳ cơ sở ở tất cả các khu vực của tỉnh Quảng Ngãi. Trong đó, mức độ thay đổi dòng chảy lớn nhất xảy ra ở các huyện Ba Tơ, Mộ Đức và Đức Phổ; mức độ thay đổi dòng chảy nhỏ nhất xảy ra ở các huyện Tây Trà và Trà Bồng.

- Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mặt:

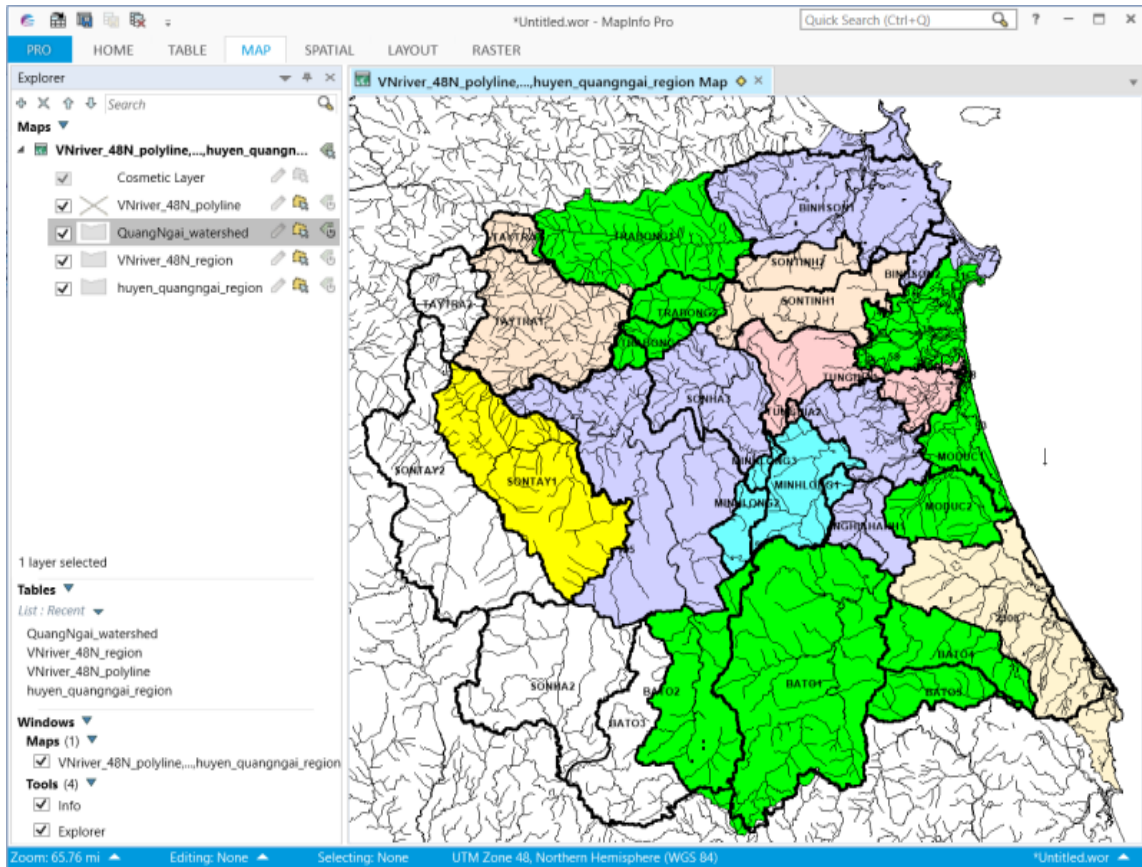
Kết quả tính toán sự thay đổi dòng chảy mặt giữa các thời kỳ của các kịch bản biến đổi khí hậu so với thời kỳ cơ sở cho từng huyện, thành phố của Quảng Ngãi được trình bày trong Bảng 3.5 và các hình từ Hình 3.8 đến Hình 3.10.

Qua đó cho thấy, trên địa bàn của tất cả các huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi, trong tương lai dưới tác động của biến đổi khí hậu, dòng chảy năm và dòng chảy mùa lũ đều có xu thế tăng, còn dòng chảy mùa kiệt có xu thế giảm so với thời kỳ cơ sở.

- Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy năm:

Đối với dòng chảy năm, huyện Đức Phổ có lượng dòng chảy năm tăng nhiều nhất, trong thời kỳ 2016 - 2035 tăng khoảng 5% so với thời kỳ cơ sở

đôi với kịch bản RCP4.5 và khoảng 4,5% đôi với kịch bản RCP8.5, đến thời kỳ 2080 - 2099 tăng khoảng 10,1% và 16,7% ứng với các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Huyện Tây Trà có mức độ tăng dòng chảy năm ít nhất trong hầu hết các thời kỳ của các kịch bản biến đổi khí hậu, chỉ có thời kỳ 2080 - 2099 của kịch bản RCP4.5, huyện Trà Bồng có mức độ tăng dòng chảy năm ít nhất.



**Hình 3.7. Phân chia các tiểu lưu vực của các đơn vị hành chính thuộc tỉnh Quảng Ngãi**

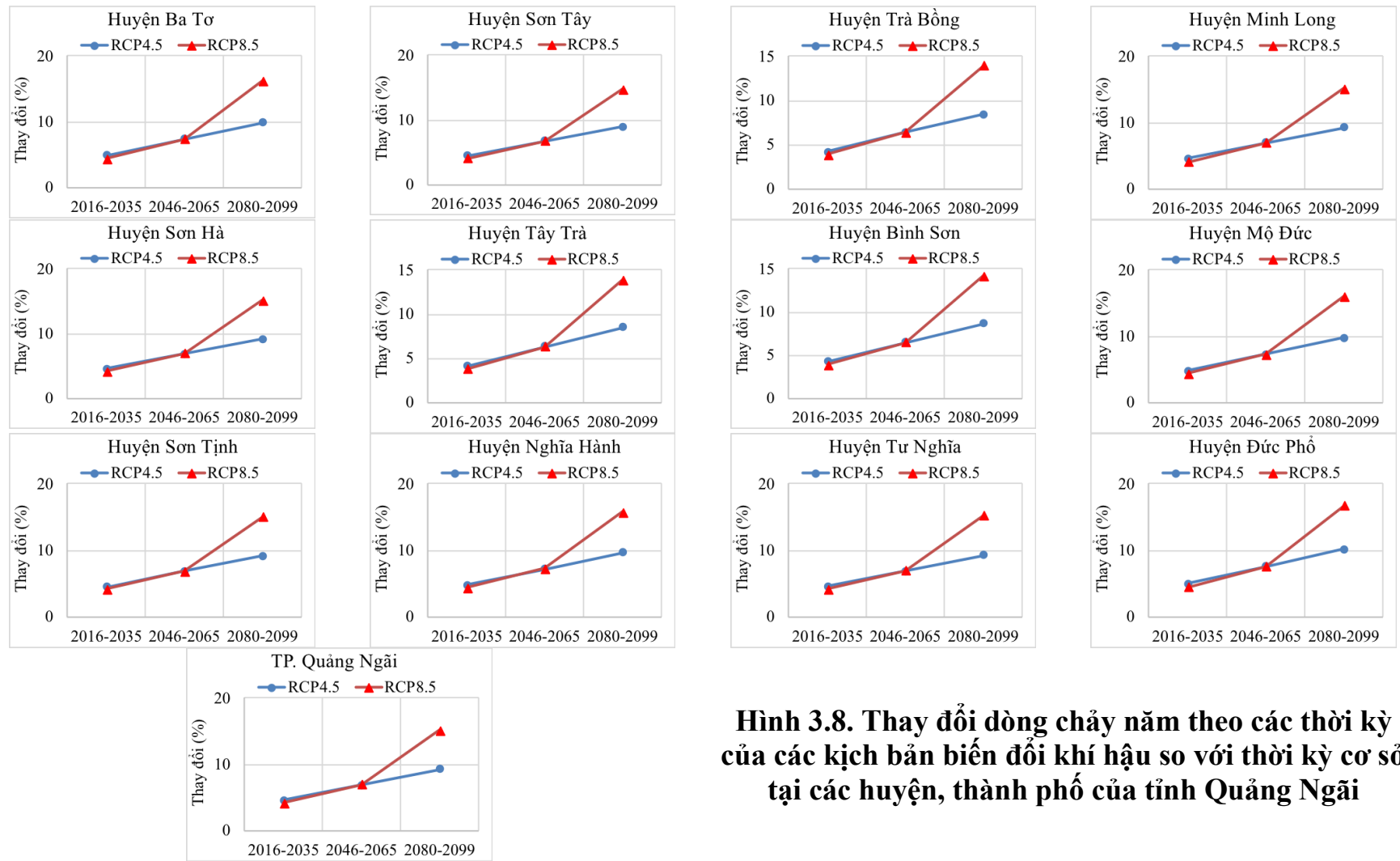
**Bảng 3.5. Kết quả tính toán dòng chảy mặt cho các huyện, thành phố theo các kịch bản**

Kịch bản	Thời kỳ	Yếu tố	Ba Tơ	Sơn Tây	Sơn Hà	Tây Trà	Trà Bồng	Sơn Tịnh	Bình Sơn	Minh Long	Nghĩa Hành	Tur Nghĩa	Mộ Đức	Đức Phổ	TP. Quảng Ngãi
Cơ sở	1986-2005	$W_{\text{năm}} (10^6 \text{ m}^3)$	3.840	2.234	7.523	1.548	1.245	3.734	2.215	631,4	2.577	4.497	1.423	1.144	7.523
		$W_{\text{mùa cạn}} (10^6 \text{ m}^3)$	1.180	763,2	2.475	574,2	460,7	1.242	805,6	214,3	824,9	1.468	446,1	331,2	2.470
		$W_{\text{mùa lũ}} (10^6 \text{ m}^3)$	2.660	1.471	5.048	973,5	784,1	2.492	1.410	417,1	1.753	3.029	977,3	812,7	5.053
RCP4.5	2016-2035	$W_{\text{năm}} (10^6 \text{ m}^3)$	4.025	2.333	7.863	1.612	1.297	3.902	2.310	660	2.699	4.702	1.491	1.201	7.864
		$W_{\text{mùa cạn}} (10^6 \text{ m}^3)$	1.165	756	2.451	569	456	1.230	798	212	815	1.453	440	327	2.446
		$W_{\text{mùa lũ}} (10^6 \text{ m}^3)$	2.860	1.577	5.413	1.044	841	2.672	1.512	448	1.884	3.248	1051	874	5.418
	2046-2065	$W_{\text{năm}} (10^6 \text{ m}^3)$	4.122	2.384	8.039	1.646	1.324	3.988	2.358	675	2.762	4.807	1.527	1.231	8.040
		$W_{\text{mùa cạn}} (10^6 \text{ m}^3)$	1.156	750	2.432	564	453	1.221	792	210	808	1.442	437	324	2.428
		$W_{\text{mùa lũ}} (10^6 \text{ m}^3)$	2.967	1.633	5.606	1.081	871	2.768	1.566	465	1.954	3.365	1.090	906	5.612
	2080-2099	$W_{\text{năm}} (10^6 \text{ m}^3)$	4.218	2.434	8.213	1.679	1.350	4.074	2.406	690	2.825	4.911	1.562	1.260	8.214
		$W_{\text{mùa cạn}} (10^6 \text{ m}^3)$	1.149	746	2.419	561	450	1.214	787	209	803	1.434	434	322	2.415
		$W_{\text{mùa lũ}} (10^6 \text{ m}^3)$	3.070	1.688	5.794	1.117	900	2.860	1.618	481	2.022	3.477	1.128	938	5.799
RCP8.5	2016-2035	$W_{\text{năm}} (10^6 \text{ m}^3)$	4.008	2.324	7.834	1.607	1.293	3.887	2.301	657	2.688	4.684	1.485	1.195	7.834
		$W_{\text{mùa cạn}} (10^6 \text{ m}^3)$	1.167	757	2.456	570	457	1.232	799	212	816	1.456	441	328	2.451
		$W_{\text{mùa lũ}} (10^6 \text{ m}^3)$	2.841	1.567	5.378	1.037	835	2.655	1.502	445	1.872	3.227	1.044	868	5.383
	2046-2065	$W_{\text{năm}} (10^6 \text{ m}^3)$	4.123	2.384	8.042	1.646	1.324	3.990	2.358	675	2.763	4.809	1.527	1.231	8.043
		$W_{\text{mùa cạn}} (10^6 \text{ m}^3)$	1.154	749	2.428	563	452	1.219	790	210	807	1.440	436	324	2.424
		$W_{\text{mùa lũ}} (10^6 \text{ m}^3)$	2.969	1.636	5.614	1.083	872	2.772	1.568	465	1.956	3.369	1.091	907	5.620
	2080-2099	$W_{\text{năm}} (10^6 \text{ m}^3)$	4.462	2.564	8.663	1.763	1.419	4.296	2.529	727	2.985	5.182	1.651	1.335	8.665
		$W_{\text{mùa cạn}} (10^6 \text{ m}^3)$	1.121	729	2.363	548	440	1.186	769	204	784	1.402	424	315	2.359
		$W_{\text{mùa lũ}} (10^6 \text{ m}^3)$	3.341	1.835	6.299	1.215	979	3.110	1.759	524	2.201	3.780	1.227	1.021	6.306

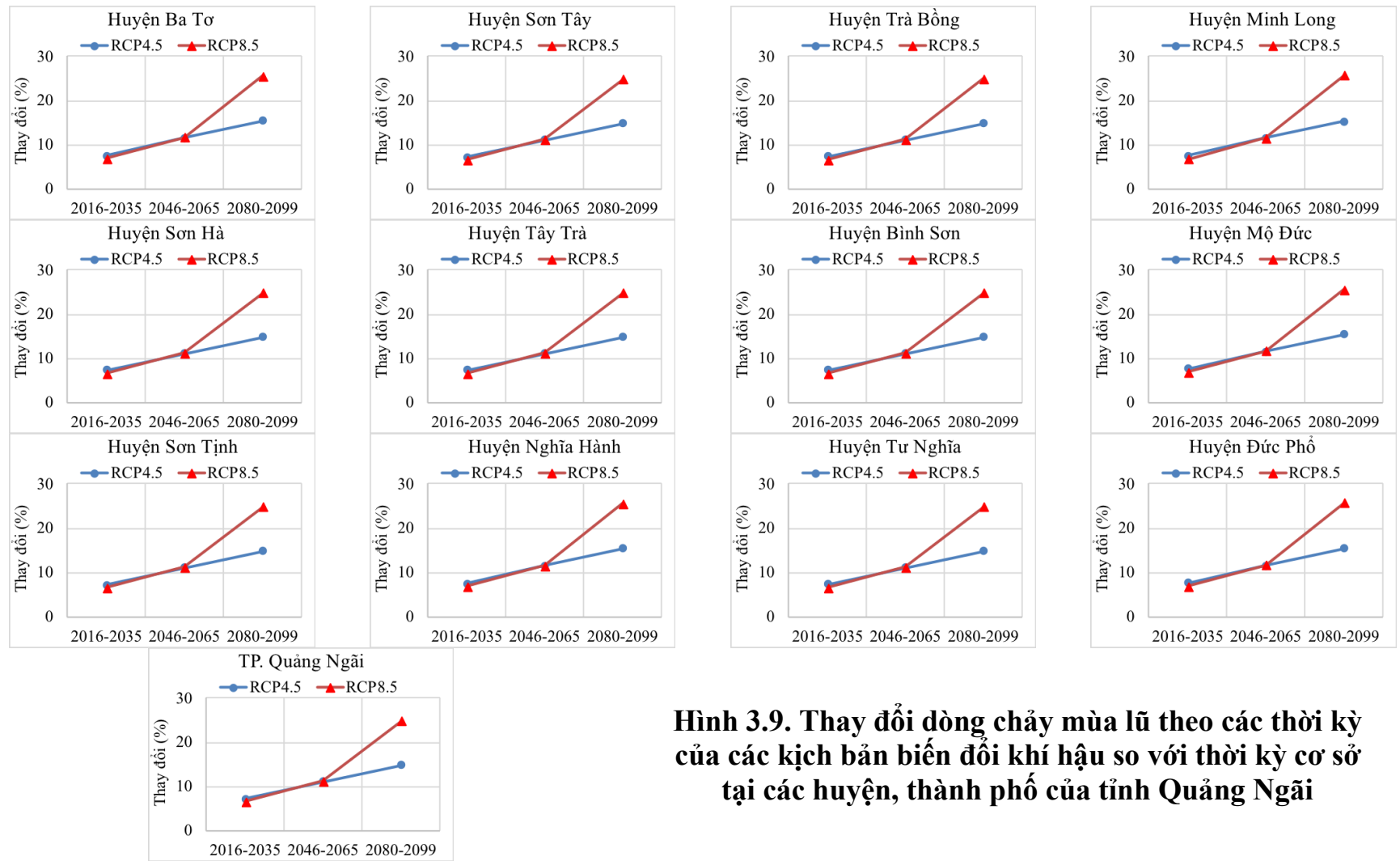
**Bảng 3.6. Thay đổi dòng chảy mặt các huyện, thành phố theo các kịch bản biến đổi khí hậu so với thời kỳ cơ sở**

Kịch bản	Thời kỳ	Yếu tố	Ba Tư	Sơn Tây	Sơn Hà	Tây Trà	Trà Bồng	Sơn Tịnh	Bình Sơn	Minh Long	Nghĩa Hành	Tur Nghĩa	Mộ Đức	Đức Phổ	TP. Quảng Ngãi
<i>Thay đổi tuyệt đối (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)</i>															
RCP4.5	2016-2035	W <sub>năm</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	185	99	340	64	52	168	95	28,6	122	205	68	57	341
		W <sub>mùa cạn</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	-15	-7,2	-24	-5,2	-4,7	-12	-7,6	-2,3	-9,9	-15	-6,1	-4,2	-24
		W <sub>mùa lũ</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	200	106	365	70,5	56,9	180	102	30,9	131	219	73,7	61,3	365
	2046-2065	W <sub>năm</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	282	150	516	98	79	254	143	43,6	185	310	104	87	517
		W <sub>mùa cạn</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	-24	-13,2	-43	-10,2	-7,7	-21	-13,6	-4,3	-16,9	-26	-9,1	-7,2	-42
		W <sub>mùa lũ</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	307	162	558	107,5	86,9	276	156	47,9	201	336	112,7	93,3	559
	2080-2099	W <sub>năm</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	378	200	690	131	105	340	191	58,6	248	414	139	116	691
		W <sub>mùa cạn</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	-31	-17,2	-56	-13,2	-10,7	-28	-18,6	-5,3	-21,9	-34	-12,1	-9,2	-55
		W <sub>mùa lũ</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	410	217	746	143,5	115,9	368	208	63,9	269	448	150,7	125,3	746
RCP8.5	2016-2035	W <sub>năm</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	168	90	311	59	48	153	86	25,6	111	187	62	51	311
		W <sub>mùa cạn</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	-13	-6,2	-19	-4,2	-3,7	-10	-6,6	-2,3	-8,9	-12	-5,1	-3,2	-19
		W <sub>mùa lũ</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	181	96	330	63,5	50,9	163	92	27,9	119	198	66,7	55,3	330
	2046-2065	W <sub>năm</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	283	150	519	98	79	256	143	43,6	186	312	104	87	520
		W <sub>mùa cạn</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	-26	-14,2	-47	-11,2	-8,7	-23	-15,6	-4,3	-17,9	-28	-10,1	-7,2	-46
		W <sub>mùa lũ</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	309	165	566	109,5	87,9	280	158	47,9	203	340	113,7	94,3	567
	2080-2099	W <sub>năm</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	622	330	1140	215	174	562	314	95,6	408	685	228	191	1.142
		W <sub>mùa cạn</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	-59	-34,2	-112	-26,2	-20,7	-56	-36,6	-10,3	-40,9	-66	-22,1	-16,2	-111
		W <sub>mùa lũ</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	681	364	1251	241,5	194,9	618	349	106,9	448	751	249,7	208,3	1.253

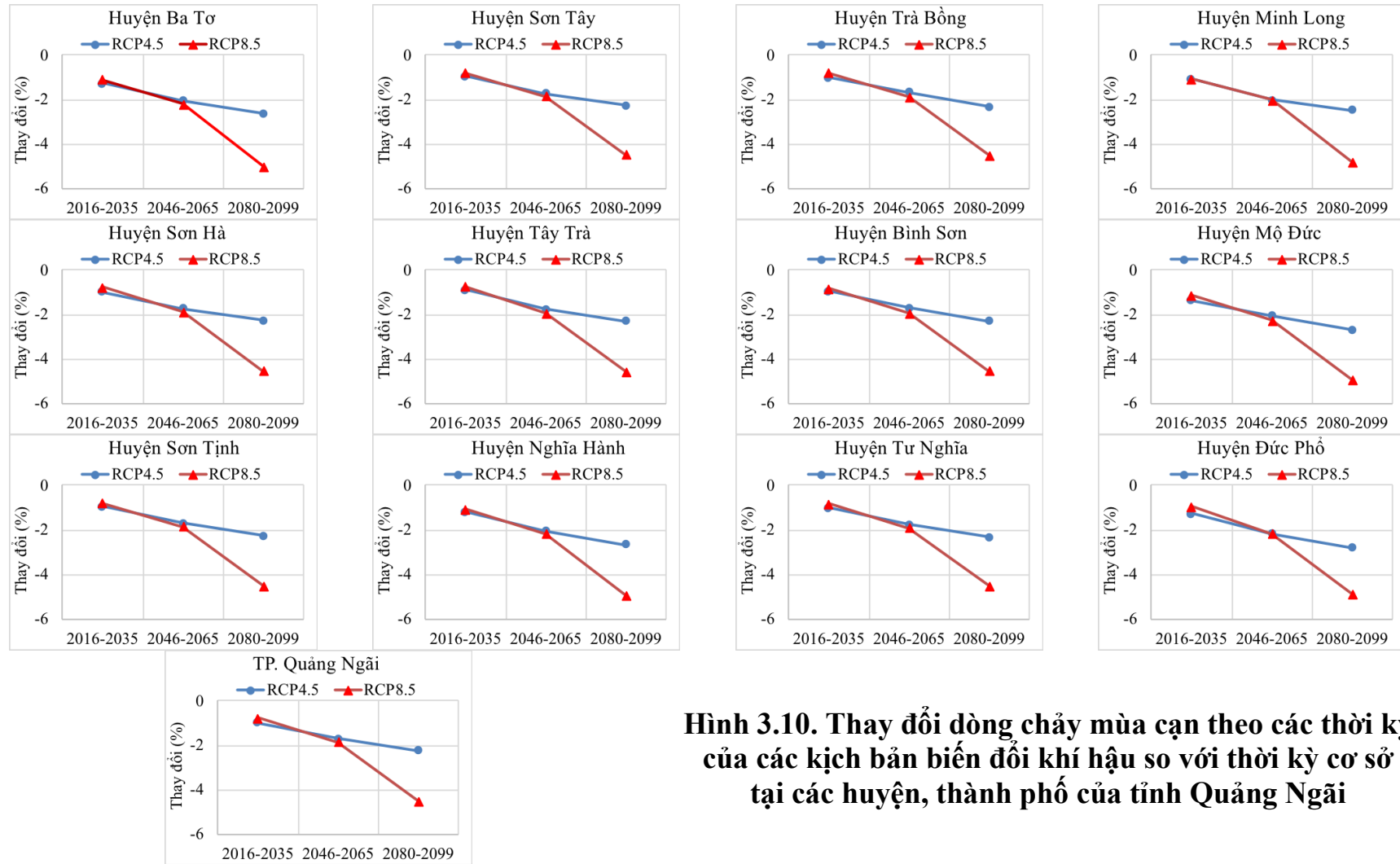
Kịch bản	Thời kỳ	Yếu tố	Ba Tư	Sơn Tây	Sơn Hà	Tây Trà	Trà Bồng	Sơn Tịnh	Bình Sơn	Minh Long	Nghĩa Hành	Tur Nghĩa	Mộ Đức	Đức Phổ	TP. Quảng Ngãi	
<i>Thay đổi tương đối (%)</i>																
RCP4.5	2016-2035	W <sub>năm</sub> (%)	4,82	4,43	4,52	4,13	4,18	4,50	4,29	4,53	4,73	4,56	4,78	4,98	4,53	
		W <sub>mùa cạn</sub> (%)	-1,27	-0,94	-0,97	-0,91	-1,02	-0,97	-0,94	-1,07	-1,07	-1,20	-1,02	-1,37	-1,27	-0,97
		W <sub>mùa lũ</sub> (%)	7,52	7,21	7,23	7,24	7,26	7,22	7,23	7,41	7,41	7,47	7,23	7,54	7,54	7,22
	2046-2065	W <sub>năm</sub> (%)	7,34	6,71	6,86	6,33	6,35	6,80	6,46	6,91	6,91	7,18	6,89	7,31	7,60	6,87
		W <sub>mùa cạn</sub> (%)	-2,03	-1,73	-1,74	-1,78	-1,67	-1,69	-1,69	-2,01	-2,01	-2,05	-1,77	-2,04	-2,17	-1,70
		W <sub>mùa lũ</sub> (%)	11,54	11,01	11,05	11,04	11,08	11,08	11,06	11,48	11,48	11,47	11,09	11,53	11,48	11,06
	2080-2099	W <sub>năm</sub> (%)	9,84	8,95	9,17	8,46	8,43	9,11	8,62	9,28	9,28	9,62	9,21	9,77	10,14	9,19
		W <sub>mùa cạn</sub> (%)	-2,63	-2,25	-2,26	-2,30	-2,32	-2,25	-2,31	-2,47	-2,47	-2,65	-2,32	-2,71	-2,78	-2,23
		W <sub>mùa lũ</sub> (%)	15,41	14,75	14,78	14,74	14,78	14,77	14,75	15,32	15,32	15,35	14,79	15,42	15,42	14,76
RCP8.5	2016-2035	W <sub>năm</sub> (%)	4,38	4,03	4,13	3,81	3,86	4,10	3,88	4,05	4,05	4,31	4,16	4,36	4,46	4,13
		W <sub>mùa cạn</sub> (%)	-1,10	-0,81	-0,77	-0,73	-0,80	-0,81	-0,82	-1,07	-1,07	-1,08	-0,82	-1,14	-0,97	-0,77
		W <sub>mùa lũ</sub> (%)	6,80	6,53	6,54	6,52	6,49	6,54	6,52	6,69	6,69	6,79	6,54	6,82	6,80	6,53
	2046-2065	W <sub>năm</sub> (%)	7,37	6,71	6,90	6,33	6,35	6,86	6,46	6,91	6,91	7,22	6,94	7,31	7,60	6,91
		W <sub>mùa cạn</sub> (%)	-2,20	-1,86	-1,90	-1,95	-1,89	-1,85	-1,94	-2,01	-2,01	-2,17	-1,91	-2,26	-2,17	-1,86
		W <sub>mùa lũ</sub> (%)	11,62	11,22	11,21	11,25	11,21	11,24	11,21	11,48	11,48	11,58	11,22	11,63	11,60	11,22
	2080-2099	W <sub>năm</sub> (%)	16,20	14,77	15,15	13,89	13,98	15,05	14,18	15,14	15,14	15,83	15,23	16,02	16,70	15,18
		W <sub>mùa cạn</sub> (%)	-5,00	-4,48	-4,53	-4,56	-4,49	-4,51	-4,54	-4,81	-4,81	-4,96	-4,50	-4,95	-4,89	-4,49
		W <sub>mùa lũ</sub> (%)	25,60	24,75	24,78	24,81	24,86	24,80	24,75	25,63	25,63	25,56	24,79	25,55	25,63	24,80



**Hình 3.8. Thay đổi dòng chảy năm theo các thời kỳ của các kịch bản biến đổi khí hậu so với thời kỳ cơ sở tại các huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi**



**Hình 3.9. Thay đổi dòng chảy mùa lũ theo các thời kỳ của các kịch bản biến đổi khí hậu so với thời kỳ cơ sở tại các huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi**



**Hình 3.10. Thay đổi dòng chảy mùa cạn theo các thời kỳ của các kịch bản biến đổi khí hậu so với thời kỳ cơ sở tại các huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi**

- *Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa lũ:* Đối với dòng chảy mùa lũ, các huyện Mộ Đức, Ba Tơ, Sơn Tây có mức tăng dòng chảy nhiều hơn so với các huyện khác, trong đó, huyện Mộ Đức có mức tăng nhiều nhất trong phần lớn các thời kỳ của các kịch bản biến đổi khí hậu. Trong thời kỳ 2016 - 2036, dòng chảy mùa lũ tăng nhiều nhất khoảng 7,5% (RCP4.5) và 6,8% (RCP8.5) đều ở huyện Mộ Đức; tăng ít nhất khoảng 7,2% (huyện Sơn Tây, RCP4.5) và 6,5% (huyện Trà Bồng, RCP8.5). Trong thời kỳ 2046 - 2065, dòng chảy mùa lũ tăng nhiều nhất khoảng 11,5% (huyện Ba Tơ, RCP4.5) và 11,6% (huyện Mộ Đức, RCP8.5); tăng ít nhất khoảng 11,0% (huyện Sơn Tây, RCP4.5) và 11,2% (huyện Sơn Hà, RCP8.5). Trong thời kỳ 2080 - 2099, dòng chảy mùa lũ tăng nhiều nhất khoảng 15,4% (huyện Mộ Đức, RCP4.5) và 25,63% (huyện Đức Phổ, RCP8.5); tăng ít nhất khoảng 14,7% (huyện Tây Trà, RCP4.5) và 24,8% (huyện Sơn Tây, RCP8.5).

- *Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa cạn:* Đối với dòng chảy mùa cạn, trong thời kỳ 2016 - 2036, dòng chảy mùa cạn giảm nhiều nhất khoảng 1,4% (RCP4.5) và 1,1% (RCP8.5) đều ở huyện Mộ Đức; giảm ít nhất khoảng 0,9% (RCP4.5) và 0,7% (RCP8.5) đều ở huyện Tây Trà. Trong thời kỳ 2046 - 2065, dòng chảy mùa cạn giảm nhiều nhất khoảng 2,2% (huyện Đức Phổ, RCP4.5) và 2,3% (huyện Mộ Đức, RCP8.5); giảm ít nhất khoảng 1,7% (huyện Trà Bồng, RCP4.5) và 1,85% (huyện Sơn Tịnh, RCP8.5). Trong thời kỳ 2080 - 2099, dòng chảy mùa cạn giảm nhiều nhất khoảng 2,8% (huyện Đức Phổ, RCP4.5) và 5% (huyện Ba Tơ, RCP8.5); giảm ít nhất khoảng 2,2% (TP. Quảng Ngãi, RCP4.5) và 4,5% (huyện Sơn Tây, RCP8.5).

### 3.1.1.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến nhu cầu sử dụng nước

- *Đối với nhu cầu tưới nông nghiệp:* Theo kịch bản biến đổi khí hậu, sự thay đổi của lượng mưa và nhiệt độ sẽ có tác động đến nhu cầu sử dụng nước trong nông nghiệp. Để tính toán tác động của biến đổi khí hậu đến nhu cầu

tưới nông nghiệp, Luận án đã sử dụng mô hình CROPWAT để tiến hành mô phỏng nhu cầu tưới cho thời kỳ cơ sở và các thời kỳ theo kịch bản biến đổi khí hậu. Trong các thời kỳ tương lai của hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5, hầu hết các huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi đều có nhu cầu tưới nông nghiệp tăng mạnh so với thời kỳ cơ sở. Theo kịch bản RCP4.5, thời kỳ 2016 - 2035 có nhu cầu tưới nông nghiệp tăng so với thời kỳ cơ sở từ 115,49% đến 62,34%, riêng hai huyện Mộ Đức và Đức Phổ giảm lần lượt là 4,18% và 7,12%; thời kỳ 2046 - 2065 tăng từ 18,67% đến 64,72%, riêng hai huyện Mộ Đức và Đức Phổ giảm lần lượt là 1,62% và 4,43%; thời kỳ 2080 - 2099 tăng từ 1,05% đến 74,13%. Theo kịch bản RCP8.5, thời kỳ 2016 - 2035 tăng từ 0,32% đến 69,45%, riêng huyện Đức Phổ giảm 25,71%; thời kỳ 2046 - 2065 tăng từ 3,01% đến 78,7%, thời kỳ 2080 - 2099 tăng từ 10,18% đến 93,31%. Ba Tơ là huyện có nhu cầu tưới nông nghiệp trong tương lai có mức tăng nhiều nhất so với các huyện, thành phố còn lại. Trong thời kỳ 2016 - 2035 của kịch bản RCP4.5, Ba Tơ không là huyện có nhu cầu tưới nông nghiệp trong tương lai tăng nhiều nhất nhưng cũng là huyện có mức độ tăng nhiều thứ hai với mức tăng khoảng 60,73%. Huyện có mức tăng ít là huyện Nghĩa Hành. Đặc biệt hai huyện Mộ Đức và Đức Phổ, nhu cầu tưới nông nghiệp so với trung bình thời kỳ cơ sở còn có xu thế giảm ở một số thời kỳ trong tương lai. Ngoài ra, hai huyện Mộ Đức và Đức Phổ có nhu cầu tưới nông nghiệp có xu thế giảm ở một số thời kỳ tương lai so với thời kỳ cơ sở: Huyện Mộ Đức (hai thời kỳ 2016 - 2035 và 2046 - 2065 của kịch bản RCP4.5), huyện Đức Phổ (hai thời kỳ 2016 - 2035 và 2046 - 2065 của kịch bản RCP4.5 và thời kỳ 2016 - 2035 của kịch bản RCP8.5). Kết quả tính toán nhu cầu sử dụng nước cho các kịch bản biến đổi khí hậu được trình bày trong Bảng 3.7 và Bảng 3.8.

- *Đối với nhu cầu nước cho công nghiệp*: Nhu cầu tưới cho công nghiệp trong tương lai được xác định dựa trên quy hoạch phát triển công

nghiệp của tỉnh. Có thể thấy rằng, nhiều huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi có diện tích đất công nghiệp dự kiến năm 2030 tăng khá nhiều so với hiện trạng sử dụng đất năm 2015, do đó, nhu cầu sử dụng nước cho công nghiệp cũng tăng mạnh. Cụ thể ở một số huyện, thành phố: Sơn Tịnh tăng  $6,044 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 115,7 %); TP. Quảng Ngãi tăng  $8,295 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 409,6%); Đức Phổ tăng  $5,876 \times 10^6 \text{ m}^3$  (năm 2015 không có đất công nghiệp); Nghĩa Hành tăng  $1,121 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 1.248,47%); Mộ Đức tăng  $2,614 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 864,55 %); Bình Sơn tăng  $39,729 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 375,20 %); Ba Tơ tăng  $3,556 \times 10^6 \text{ m}^3$  (năm 2015 không có đất công nghiệp). Tuy nhiên, một số huyện không có diện tích đất công nghiệp như Lý Sơn, Minh Long, Sơn Tây, Tây Trà; hoặc một số huyện có diện tích đất công nghiệp tăng không đáng kể như Trà Bồng và không thay đổi như Tư Nghĩa.

- *Đối với nhu cầu nước cho sinh hoạt*: Theo kết quả dự báo dân số trong tương lai của tỉnh Quảng Ngãi, dân số thành thị và nông thôn của các huyện, thành phố tăng lên không nhiều so với hiện trạng năm 2017, tuy nhiên nhu cầu sử dụng nước sinh hoạt, dịch vụ vẫn tiếp tục tăng cao, đồng thời cũng sẽ chịu tác động kép của biến đổi khí hậu.

Trong thời kỳ 2016 - 2035, nhu cầu sử dụng nước tăng so với hiện trạng năm 2017 đối với dân số thành thị tăng trung bình giữa các huyện, thành phố khoảng  $0,339 \times 10^6 \text{ m}^3$ , TP. Quảng Ngãi tăng nhiều nhất khoảng  $1,823 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 56,45 %), huyện Mộ Đức tăng ít nhất khoảng  $0,108 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 3,35 %); đối với nông thôn, mức tăng trung bình là khoảng  $1,024 \times 10^6 \text{ m}^3$ , cụ thể huyện Bình Sơn tăng nhiều nhất khoảng  $2,224 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 68,89 %), huyện Minh Long tăng ít nhất khoảng  $0,264 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 8,17 %); đối với toàn bộ dân số, trung bình tăng khoảng  $1,242 \times 10^6 \text{ m}^3$ , TP. Quảng Ngãi tăng nhiều nhất khoảng  $3,718 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương

ứng 115,14 %), huyện Minh Long tăng ít nhất khoảng  $0,264 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 8,17 %).

Trong thời kỳ 2046 - 2065, nhu cầu sử dụng nước tăng so với hiện trạng năm 2017, đối với dân số thành thị tăng trung bình giữa các huyện, thành phố khoảng  $0,604 \times 10^6 \text{ m}^3$ , TP. Quảng Ngãi tăng nhiều nhất khoảng  $3,092 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 95,78 %), huyện Mộ Đức tăng ít nhất khoảng  $0,183 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 5,66 %); đối với dân số nông thôn, trung bình tăng khoảng  $1,275 \times 10^6 \text{ m}^3$ , huyện Bình Sơn tăng nhiều nhất khoảng  $2,627 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 81,36 %), huyện Sơn Tây tăng ít nhất khoảng  $0,387 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 11,99 %); đối với toàn bộ dân số, trung bình tăng khoảng  $1,663 \times 10^6 \text{ m}^3$ , TP. Quảng Ngãi tăng nhiều nhất khoảng  $5,622 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 174,12 %), huyện Sơn Tây tăng ít nhất khoảng  $0,387 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 11,99 %).

Trong thời kỳ 2080 - 2099, nhu cầu sử dụng nước tăng so với hiện trạng năm 2017 đối với dân số thành thị tăng trung bình giữa các huyện, thành phố khoảng  $0,903 \times 10^6 \text{ m}^3$ , TP. Quảng Ngãi tăng nhiều nhất khoảng  $4,531 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 140,35%), huyện Bình Sơn tăng ít nhất khoảng  $0,261 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 8,08%); đối với dân số nông thôn, trung bình tăng khoảng  $1,56 \times 10^6 \text{ m}^3$ , TP. Quảng Ngãi tăng nhiều nhất khoảng  $3,248 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 100,59%), huyện Sơn Tây tăng ít nhất khoảng  $0,524 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 16,21%); đối với toàn bộ dân số, trung bình tăng khoảng  $2,14 \times 10^6 \text{ m}^3$ , TP. Quảng Ngãi tăng nhiều nhất khoảng  $7,779 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 240,94%), huyện Sơn Tây tăng ít nhất khoảng  $0,524 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 16,21%). Kết quả tính toán nhu cầu sử dụng nước cho các kịch bản biến đổi khí hậu được trình bày trong Bảng 3.9.

- *Đối với nhu cầu nước cho các loại hình sử dụng nước mặt khác:* Kết quả đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến các loại hình sử dụng nước

mặt khác (hoạt động công nghiệp, dịch vụ trong đô thị) cho thấy: hầu hết các thời kỳ trong tương lai đều có nhu cầu nước cho các hoạt động công nghiệp dịch vụ trong đô thị tăng so với hiện trạng năm 2017, mặt dù lượng tăng không nhiều nhưng mức độ tăng khá lớn.

Trong thời kỳ 2016 - 2035, nhu cầu sử dụng nước cho các hoạt động công nghiệp dịch vụ trong đô thị tăng so với hiện trạng năm 2017 trung bình khoảng  $0,034 \times 10^6 \text{ m}^3$ , TP. Quảng Ngãi tăng nhiều nhất khoảng  $0,182 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 56,45%), huyện Mộ Đức tăng ít nhất khoảng  $0,011 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 53,57%), huyện Trà Bồng có mức độ tăng nhiều nhất khoảng 71,42% (tương ứng  $0,017 \times 10^6 \text{ m}^3$ ), huyện Bình Sơn có mức độ tăng ít nhất khoảng 52,35% (tương ứng  $0,013 \times 10^6 \text{ m}^3$ ).

Trong thời kỳ 2046 - 2065, nhu cầu sử dụng nước cho các hoạt động công nghiệp dịch vụ trong đô thị tăng so với hiện trạng năm 2017 trung bình khoảng  $0,06 \times 10^6 \text{ m}^3$ , TP. Quảng Ngãi tăng nhiều nhất khoảng  $0,309 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 95,78%), huyện Mộ Đức tăng ít nhất khoảng  $0,018 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 90,63%), huyện Trà Bồng có mức độ tăng nhiều nhất khoảng 180,21% (tương ứng  $0,042 \times 10^6 \text{ m}^3$ ), huyện Bình Sơn có mức độ tăng ít nhất khoảng 78,39% (tương ứng  $0,019 \times 10^6 \text{ m}^3$ ).

Trong thời kỳ 2080 - 2099, nhu cầu sử dụng nước cho các hoạt động công nghiệp dịch vụ trong đô thị tăng so với hiện trạng năm 2017 trung bình khoảng  $0,09 \times 10^6 \text{ m}^3$ , TP. Quảng Ngãi tăng nhiều nhất khoảng  $0,453 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 140,35%), huyện Bình Sơn tăng ít nhất khoảng  $0,026 \times 10^6 \text{ m}^3$  (tương ứng 107,92%), huyện Trà Bồng tăng nhiều nhất khoảng 303,99% (tương ứng  $0,072 \times 10^6 \text{ m}^3$ ), huyện Bình Sơn cũng có mức độ tăng ít nhất.

Kết quả tính toán lượng nước đến và thay đổi nhu cầu nước của các ngành dùng nước trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi sẽ được sử dụng để tính toán các chỉ số phục vụ đánh giá an ninh nước tỉnh Quảng Ngãi.

**Bảng 3.7. Tổng lượng tưới nông nghiệp cả năm của các huyện, thành phố thuộc tỉnh Quảng Ngãi**  
**– trung bình các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065, 2080 - 2099 của kịch bản RCP4.5**

TT	Huyện/ thành phố	Lúa đông xuân			Lúa hè thu			Tổng		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
<i>Tổng lượng nước tưới (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)</i>										
1	Ba Tơ	17,28	16,63	18,04	17,17	18,68	19,29	34,45	35,31	37,33
2	Sơn Tây	3,69	3,69	3,91	0,00	0,00	0,00	3,69	3,69	3,91
3	Sơn Hà	15,86	15,00	16,09	14,98	16,80	17,39	30,84	31,80	33,48
4	Tây Trà	1,35	1,33	1,42	0,00	0,00	0,00	1,35	1,33	1,42
5	Trà Bồng	4,19	3,91	4,12	2,83	3,16	3,28	7,02	7,06	7,40
6	Sơn Tịnh	26,38	25,98	27,83	29,16	30,23	31,68	55,54	56,21	59,51
7	Bình Sơn	36,10	35,11	37,58	32,04	32,59	34,80	68,14	67,69	72,38
8	Minh Long	4,31	4,09	4,39	3,97	4,48	4,64	8,28	8,57	9,03
9	Nghĩa Hành	19,90	19,21	20,89	19,94	21,73	22,44	39,84	40,94	43,34
10	Tur Nghĩa	24,83	24,46	26,20	30,37	31,58	33,05	55,20	56,04	59,25
11	Mộ Đức	31,79	31,79	33,80	35,85	37,65	39,59	67,63	69,44	73,40
12	Đức Phổ	31,05	31,05	33,02	34,60	36,51	38,41	65,66	67,56	71,43
13	TP. Quảng Ngãi	16,19	15,97	17,11	18,59	19,30	20,21	34,78	35,27	37,32

TT	Huyện/ thành phố	Lúa đông xuân			Lúa hè thu			Tổng		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
<i>Thay đổi so với thời kỳ cơ sở (%)</i>										
1	Ba Tơ	80,11	73,31	87,98	45,02	57,76	62,91	60,73	64,72	74,13
2	Sơn Tây	19,56	19,53	26,64				19,56	19,53	26,64
3	Sơn Hà	16,93	10,62	18,64	41,18	58,25	63,86	27,58	31,53	38,49
4	Tây Trà	62,34	60,84	71,21				62,34	60,84	71,21
5	Trà Bồng	23,35	15,06	21,24	73,85	93,82	101,63	39,71	40,57	47,27
6	Sơn Tịnh	24,16	22,30	30,99	13,07	17,21	22,82	18,08	19,51	26,51
7	Bình Sơn	30,18	26,62	35,53	87,99	91,19	104,17	52,18	51,20	61,66
8	Minh Long	35,23	28,27	37,65	53,31	73,03	79,22	43,33	48,33	56,28
9	Nghĩa Hành	32,95	28,37	39,62	2,12	11,24	14,90	15,49	18,67	25,63
10	Tư Nghĩa	27,98	26,06	35,04	11,96	16,42	21,84	18,64	20,44	27,34
11	Mộ Đức	5,48	5,50	12,18	-11,38	-6,92	-2,12	-4,18	-1,62	3,98
12	Đức Phổ	1,93	1,93	8,39	-13,98	-9,24	-4,51	-7,12	-4,43	1,05
13	TP. Quảng Ngãi	27,86	26,07	35,11	19,73	24,30	30,14	23,39	25,09	32,37

**Bảng 3.8. Tổng lượng tưới nông nghiệp cả năm của các huyện, thành phố thuộc tỉnh Quảng Ngãi**  
 – trung bình các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065, 2080 - 2099 của kịch bản RCP8.5

TT	Huyện/ thành phố	Lúa đông xuân			Lúa hè thu			Tổng		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
<i>Tổng lượng nước tưới (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)</i>										
1	Ba Tơ	16,01	16,23	17,68	20,31	22,07	23,75	36,32	38,30	41,44
2	Sơn Tây	3,45	3,51	3,99	0,00	0,00	0,00	3,45	3,51	3,99
3	Sơn Hà	14,23	14,49	15,88	18,73	20,73	22,81	32,96	35,22	38,69
4	Tây Trà	1,26	1,29	1,39	0,00	0,00	0,00	1,26	1,29	1,39
5	Trà Bồng	3,83	3,82	4,11	3,82	4,37	4,70	7,65	8,19	8,81
6	Sơn Tịnh	24,58	25,07	27,17	32,50	34,70	36,40	57,08	59,77	63,57
7	Bình Sơn	33,85	30,61	35,90	21,93	35,99	38,95	55,78	66,60	74,85
8	Minh Long	3,88	3,95	4,34	5,00	5,53	6,09	8,88	9,48	10,43
9	Nghĩa Hành	18,58	18,72	20,51	23,59	15,84	27,45	42,17	34,56	47,96
10	Tư Nghĩa	23,17	23,60	25,59	33,92	36,25	37,96	57,09	59,85	63,55
11	Mộ Đức	29,55	30,38	33,03	41,26	44,49	46,93	70,81	74,88	79,96
12	Đức Phổ	28,92	29,68	32,27	23,59	43,14	45,62	52,52	72,82	77,89
13	TP. Quảng Ngãi	15,10	15,40	16,69	20,72	22,15	23,23	35,82	37,56	39,92

TT	Huyện/ thành phố	Lúa đông xuân			Lúa hè thu			Tổng		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
<i>Thay đổi so với thời kỳ cơ sở (%)</i>										
1	Ba Tơ	66,86	69,15	84,27	71,55	86,43	100,63	69,45	78,70	93,31
2	Sơn Tây	11,79	13,64	29,05				11,79	13,64	29,05
3	Sơn Hà	4,92	6,82	17,08	76,46	95,33	114,93	36,33	45,67	60,03
4	Tây Trà	51,97	56,11	68,25				51,97	56,11	68,25
5	Trà Bồng	12,58	12,47	21,06	134,67	168,34	188,72	52,13	62,95	75,36
6	Sơn Tịnh	15,70	17,98	27,90	26,02	34,55	41,12	21,36	27,07	35,15
7	Bình Sơn	22,07	10,38	29,47	28,68	111,18	128,53	24,59	48,75	67,18
8	Minh Long	21,74	23,89	35,99	93,01	113,53	135,30	53,67	64,06	80,49
9	Nghĩa Hành	24,15	25,08	37,07	20,81	-18,91	40,54	22,26	0,18	39,03
10	Tư Nghĩa	19,43	21,61	31,88	25,03	33,63	39,92	22,69	28,62	36,57
11	Mộ Đức	-1,93	0,83	9,61	1,99	9,99	16,01	0,32	6,08	13,28
12	Đức Phổ	-5,06	-2,59	5,91	-41,35	7,25	13,41	-25,71	3,01	10,18
13	TP. Quảng Ngãi	19,19	21,62	31,78	33,45	42,69	49,59	27,04	33,22	41,59

**Bảng 3.9. Thay đổi nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt trung bình các thời kỳ của kịch bản so với nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt trung bình năm 2017**

(Đơn vị: %)

STT	Huyện	Thay đổi nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt dự kiến tương lai so với hiện trạng năm 2017								
		2016-2035			2046-2065			2080-2099		
		Thành thị	Nông thôn	Tổng	Thành thị	Nông thôn	Tổng	Thành thị	Nông thôn	Tổng
1	TP. Quảng Ngãi	56,45	58,69	115,14	95,78	78,34	174,12	140,35	100,59	240,94
2	Bình Sơn	3,92	68,89	72,81	5,87	81,36	87,24	8,08	95,49	103,57
3	Sơn Tịnh		37,90	37,90		41,76	41,76		46,13	46,13
4	Tur Nghĩa	8,03	45,02	53,05	12,24	53,69	65,93	17,01	63,52	80,53
5	Nghĩa Hành	4,30	32,79	37,09	6,79	37,50	44,29	9,61	42,84	52,45
6	Mộ Đức	3,35	51,00	54,35	5,66	53,83	59,49	8,29	56,51	64,80
7	Đức Phổ	4,23	53,51	57,74	7,27	59,58	66,85	10,71	66,45	77,16
8	Trà Bồng	5,21	10,46	15,67	13,14	14,45	27,59	22,17	18,97	41,14
9	Tây Trà		8,84	8,84		13,95	13,95		19,76	19,76
10	Sơn Hà	5,65	27,23	32,88	13,28	37,89	51,17	21,95	49,99	71,94
11	Sơn Tây		8,28	8,28		11,99	11,99		16,21	16,21
12	Minh Long		8,17	8,17		13,73	13,73		20,04	20,04
13	Ba Tơ	3,48	24,33	27,82	8,23	41,63	49,86	13,63	61,27	74,90
14	Lý Sơn	56,45	8,77	8,77	95,78	13,34	13,34	140,35	18,53	18,53

### 3.1.2. Kết quả an ninh nước của Quảng Ngãi

#### 3.1.2.1. An ninh nước của Quảng Ngãi ở thời điểm hiện tại

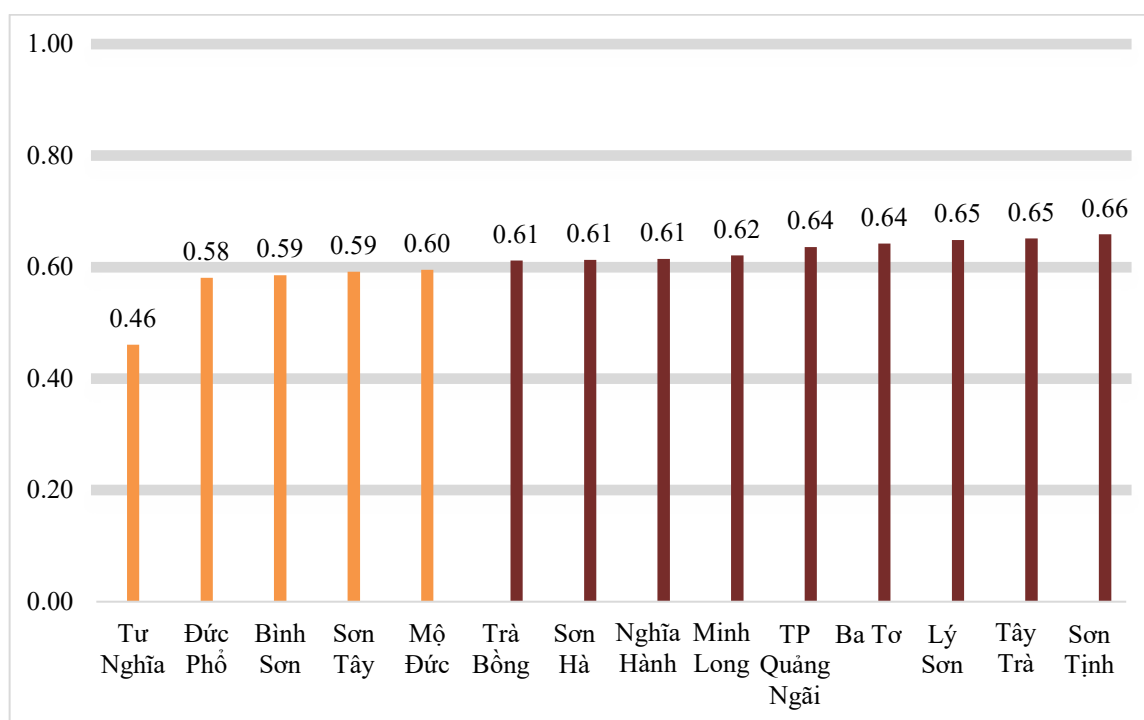
##### a. Chỉ số an ninh nước tính cho cả năm

Mức độ an ninh nước cả năm tính cho thời điểm hiện tại của cả tỉnh Quảng Ngãi được đánh giá ở mức cao (0,61). Trong đó, chỉ số Kinh tế - xã hội ở mức rất thấp (0,1198), tiếp theo là chỉ số Tài nguyên nước và con người ở mức cao (0,71), chỉ số Hệ sinh thái ở mức cao (0,74), chỉ số Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước ở mức rất cao (0,86) (Bảng 3.10).

**Bảng 3.10. Chỉ số an ninh nước cả năm ở thời điểm hiện tại**

TT	Huyện	Hệ sinh thái	Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	KT-XH	Tài nguyên nước và con người	Chỉ số ANN cả năm	Mức độ an ninh nước
1	Ba Tơ	0,81	0,92	0,1304	0,74	0,65	Cao
2	Bình Sơn	0,66	0,91	0,0586	0,75	0,60	Trung bình
3	Đức Phổ	0,65	0,77	0,1488	0,75	0,58	Trung bình
4	Lý Sơn	0,45	0,86	0,1222	0,41	0,46	Trung bình
5	Minh Long	0,78	0,91	0,1241	0,73	0,64	Cao
6	Mộ Đức	0,68	0,74	0,1709	0,75	0,59	Trung bình
7	Nghĩa Hành	0,83	0,84	0,1760	0,76	0,65	Cao
8	Sơn Hà	0,90	0,92	0,1122	0,71	0,66	Cao
9	Sơn Tây	0,83	0,92	0,0503	0,68	0,62	Cao
10	Sơn Tịnh	0,78	0,82	0,1179	0,75	0,61	Cao
11	Tây Trà	0,76	0,92	0,1073	0,65	0,61	Cao
12	TP Quảng Ngãi	0,68	0,86	0,0657	0,76	0,59	Trung bình
13	Trà Bồng	0,79	0,92	0,1363	0,72	0,64	Cao
14	Tur Nghĩa	0,75	0,79	0,1569	0,75	0,61	Cao
	<b>CẢ TỈNH</b>	<b>0,74</b>	<b>0,86</b>	<b>0,1198</b>	<b>0,71</b>	<b>0,61</b>	<b>Cao</b>

So sánh giữa các huyện về chỉ số an ninh nước cả năm ở thời điểm hiện tại, 08 huyện (Trà Bồng, Sơn Hà, Nghĩa Hành, Minh Long, Ba Tơ, Lý Sơn, Tây Trà, Sơn Tịnh) và thành phố Quảng Ngãi có chỉ số an ninh nước ở mức cao, dao động từ 0,61 đến 0,66, trong đó huyện Sơn Tịnh là cao nhất ở mức 0,66. Các huyện còn lại có mức độ an ninh nước trung bình, dao động từ 0,46 (huyện Tur Nghĩa) đến 0,60 (huyện Mộ Đức) (Hình 3.11).



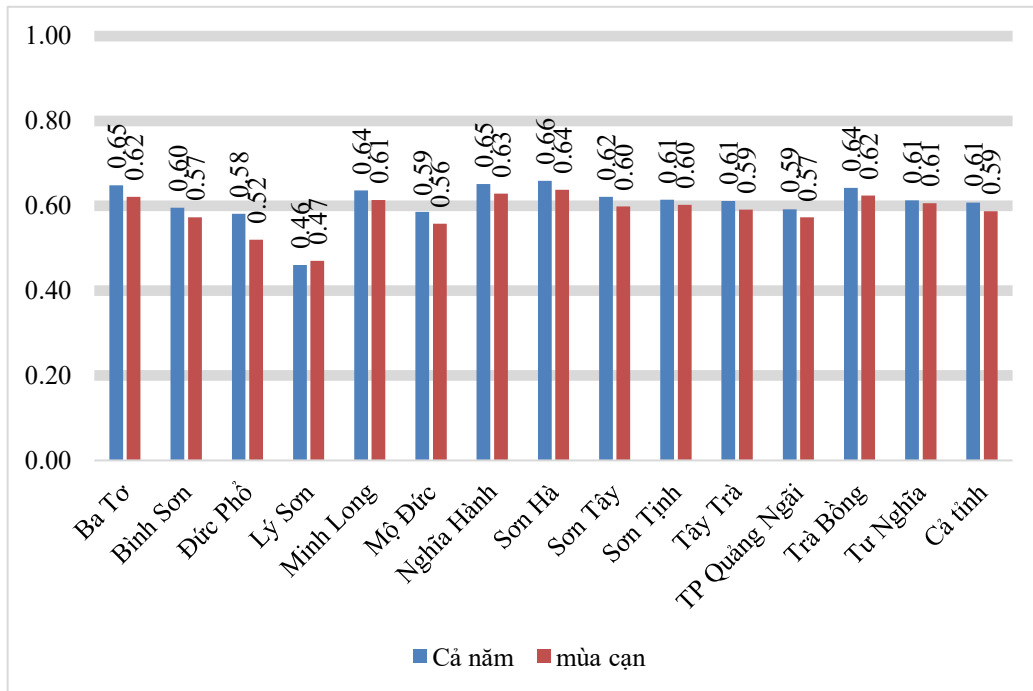
**Hình 3.11. Chỉ số an ninh nước cả năm so sánh giữa các huyện ở thời điểm hiện tại**

b. Chỉ số an ninh nước mùa cạn

**Bảng 3.11. Chỉ số an ninh nước mùa cạn ở thời điểm hiện tại**

TT	Huyện	Hệ sinh thái	Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	KT-XH	Tài nguyên nước và con người	Chỉ số ANN mùa cạn	Mức độ an ninh nước
1	Ba Tư	0,80	0,82	0,1304	0,73	0,62	Cao
2	Bình Sơn	0,65	0,84	0,0586	0,74	0,57	Trung bình
3	Đức Phổ	0,61	0,66	0,1488	0,65	0,52	Trung bình
4	Lý Sơn	0,44	0,93	0,1222	0,39	0,47	Trung bình
5	Minh Long	0,78	0,82	0,1241	0,73	0,61	Cao
6	Mộ Đức	0,65	0,69	0,1709	0,72	0,56	Trung bình
7	Nghĩa Hành	0,82	0,77	0,1760	0,75	0,63	Cao
8	Sơn Hà	0,90	0,84	0,1122	0,70	0,64	Cao
9	Sơn Tây	0,84	0,83	0,0503	0,68	0,60	Trung bình
10	Sơn Tinh	0,77	0,78	0,1179	0,74	0,60	Trung bình
11	Tây Trà	0,77	0,83	0,1073	0,65	0,59	Trung bình
12	TP Quảng Ngãi	0,68	0,79	0,0657	0,76	0,57	Trung bình
13	Trà Bồng	0,80	0,84	0,1363	0,72	0,62	Cao
14	Tur Nghia	0,75	0,77	0,1569	0,75	0,61	Cao
	<b>CÁ TỈNH</b>	<b>0,73</b>	<b>0,80</b>	<b>0,1198</b>	<b>0,69</b>	<b>0,59</b>	<b>Trung bình</b>

Mức độ an ninh nước mùa cạn tính cho thời điểm hiện tại của cả tỉnh Quảng Ngãi được đánh giá ở mức trung bình (0,59). Trong đó, chỉ số Kinh tế - xã hội ở mức rất thấp (0,1198), cả ba chỉ số Hệ sinh thái, Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước, Tài nguyên nước và con người đều ở mức cao (lần lượt là 0,73, 0,80, 0,69) (Bảng 3.11).



**Hình 3.12. So sánh giữa chỉ số an ninh nước mùa cạn với chỉ số an ninh nước cả năm**

Về so sánh giữa chỉ số an ninh nước mùa cạn với chỉ số an ninh nước cả năm: hầu hết các huyện đều có chỉ số an ninh nước mùa cạn thấp hơn so với an ninh nước cả năm; trong đó chênh lệch nhiều nhất là huyện Đức Phổ (mức chênh 0,06), các huyện còn lại và thành phố Quảng Ngãi có mức chênh giao động từ 0,01 đến 0,03; riêng huyện Lý Sơn thì ngược lại, mức độ an ninh nước mùa cạn cao hơn cả năm với mức chênh 0,01. Tính trên toàn tỉnh, chỉ số an ninh nước mùa cạn thấp hơn chỉ số an ninh nước cả năm là 0,02 (so sánh giữa 0,59 - mức an ninh nước trung bình và 0,61 - mức an ninh nước cao) (Hình 3.12). Nguyên nhân chỉ số an ninh nước mùa cạn thấp hơn là do một số

chỉ số đầu vào để tính toán chỉ số thành phần trong nhóm chỉ số Biến đổi khí hậu và hiểm họa liên quan đến nước thấp, dẫn đến kết quả chỉ số an ninh nước mùa cạn thấp hơn so với cả năm.

c. Chỉ số an ninh nước mùa lũ

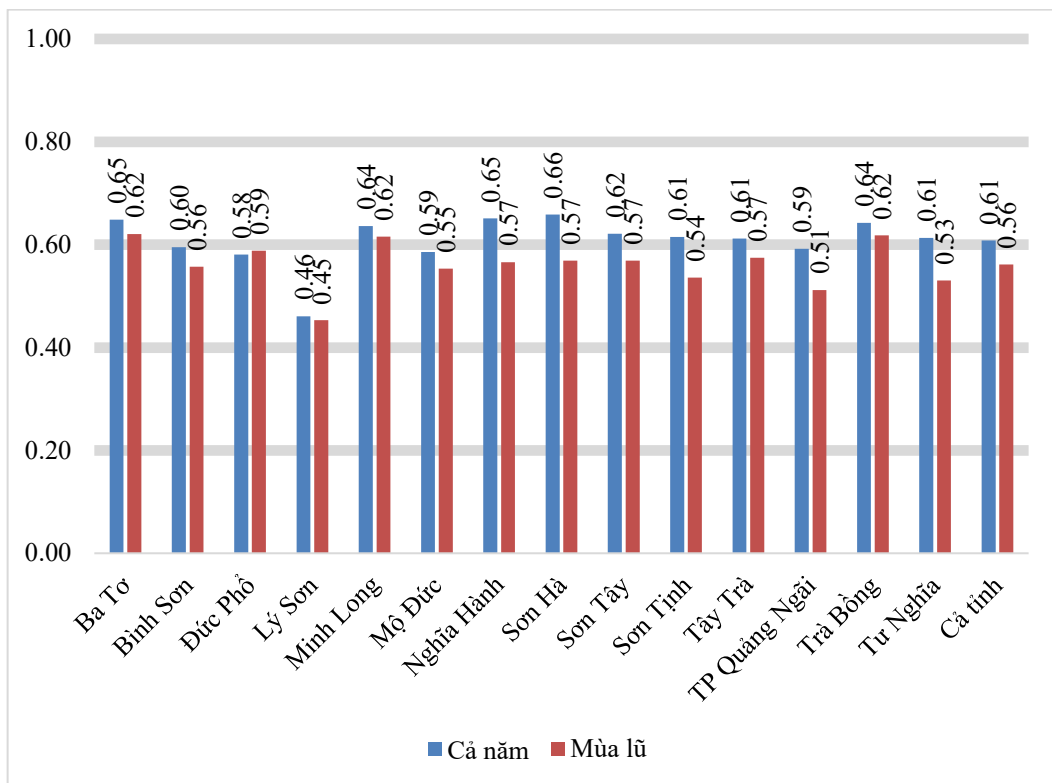
Mức độ an ninh nước mùa lũ tính cho thời điểm hiện tại của cả tỉnh Quảng Ngãi được đánh giá ở mức trung bình (0,56). Trong đó, chỉ số Kinh tế - xã hội ở mức rất thấp (0,1198), ba chỉ số Hệ sinh thái, Tài nguyên nước và con người và chỉ số Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước ở mức cao (lần lượt là 0,70, 0,71, 0,71) (Bảng 3.12).

**Bảng 3.12. Chỉ số an ninh nước mùa lũ ở thời điểm hiện tại**

TT	Huyện	Hệ sinh thái	Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	KT-XH	Tài nguyên nước và con người	Chỉ số ANN mùa lũ	Mức độ an ninh nước
1	Ba Tơ	0,87	0,74	0,1304	0,74	0,62	Cao
2	Bình Sơn	0,68	0,73	0,0586	0,76	0,56	Trung bình
3	Đức Phổ	0,74	0,70	0,1488	0,76	0,59	Trung bình
4	Lý Sơn	0,62	0,67	0,1222	0,41	0,45	Trung bình
5	Minh Long	0,88	0,72	0,1241	0,73	0,62	Cao
6	Mộ Đức	0,62	0,66	0,1709	0,76	0,55	Trung bình
7	Nghĩa Hành	0,63	0,70	0,1760	0,76	0,57	Trung bình
8	Sơn Hà	0,70	0,76	0,1122	0,71	0,57	Trung bình
9	Sơn Tây	0,80	0,74	0,0503	0,68	0,57	Trung bình
10	Sơn Tịnh	0,58	0,69	0,1179	0,75	0,54	Trung bình
11	Tây Trà	0,79	0,75	0,1073	0,65	0,57	Trung bình
12	TP Quảng Ngãi	0,48	0,74	0,0657	0,76	0,51	Trung bình
13	Trà Bồng	0,88	0,74	0,1363	0,72	0,62	Cao
14	Tư Nghĩa	0,56	0,65	0,1569	0,76	0,53	Trung bình
	<b>CẢ TỈNH</b>	<b>0,70</b>	<b>0,71</b>	<b>0,1198</b>	<b>0,71</b>	<b>0,56</b>	<b>Trung bình</b>

Về so sánh giữa chỉ số an ninh nước mùa lũ với chỉ số an ninh nước cả năm: hầu hết các huyện đều có chỉ số an ninh nước mùa lũ thấp hơn so với an ninh nước cả năm; trong đó chênh lệch nhiều nhất là 02 huyện Nghĩa Hành và Sơn Hà (đều có mức chênh 0,09), tiếp theo là 02 huyện Sơn Tịnh, Tư Nghĩa và thành phố Quảng Ngãi (đều có mức chênh 0,08); riêng huyện Đức Phổ thì

ngược lại, chỉ số an ninh nước mùa lũ cao hơn cả năm với mức chênh 0,01. Tính trên toàn tỉnh, chỉ số an ninh nước mùa lũ thấp hơn chỉ số an ninh nước cả năm là 0,05 (so sánh giữa 0,56 - mức an ninh nước trung bình và 0,61 - mức an ninh nước cao) (Hình 3.13). Nguyên nhân chỉ số an ninh nước mùa lũ thấp hơn là do một số chỉ số đầu vào để tính toán chỉ số thành phần trong nhóm chỉ số Biến đổi khí hậu và hiểm họa liên quan đến nước thấp, dẫn đến kết quả chỉ số an ninh nước mùa lũ thấp hơn so với cả năm.



**Hình 3.13. So sánh giữa chỉ số an ninh nước mùa lũ và cả năm**

3.1.2.2. An ninh cho thời kỳ tương lai (2046 - 2065) có xét và không xét đến biến đổi khí hậu

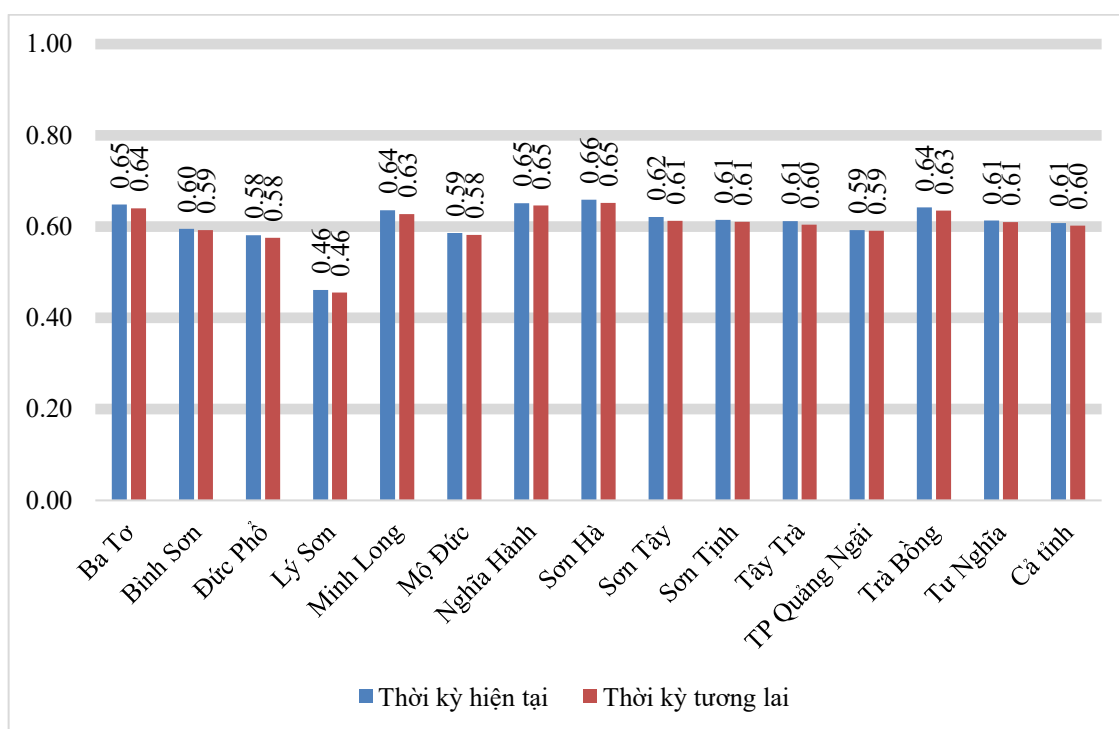
a. An ninh nước cho thời kỳ tương lai không xét đến biến đổi khí hậu

An ninh nước cả năm của tỉnh ở mức trung bình (0,6). Trong đó: chỉ số Kinh tế - xã hội ở mức rất thấp (0,119); các chỉ số Hệ sinh thái và chỉ số Tài nguyên nước và con người ở mức cao (lần lượt là 0,72 và 0,71); chỉ số Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước ở mức rất cao (0,86) (Bảng 3.13).

So sánh mức độ an ninh nước giữa thời kỳ hiện tại với thời kỳ 2046 – 2065 chưa xét đến biến đổi khí hậu: về tổng thể chỉ số an ninh nước hầu như không biến động nhiều giữa hai thời kỳ này, xu hướng chung là an ninh nước ở thời kỳ 2046 – 2065 có thấp hơn nhưng không đáng kể. Cụ thể: có 09 huyện (Ba Tơ, Đức Phổ, Lý Sơn, Minh Long, Nghĩa Hành, Sơn Hà, Sơn Tây, Tây Trà và Trà Bồng) có mức an ninh nước ở thời kỳ 2046 – 2065 thấp hơn so với hiện tại (mức chênh tối thiểu 0,01); còn 04 huyện (Bình Sơn, Mộ Đức, Sơn Tịnh, Tư Nghĩa) và thành phố Quảng Ngãi có mức an ninh nước không thay đổi giữa hai thời kỳ. Xét cả tỉnh thì chỉ số an ninh nước ở thời kỳ tương lai chưa xét đến biến đổi khí hậu ở mức trung bình, trong khi đó ở thời kỳ hiện tại an ninh nước ở mức cao, nhưng mức chênh chỉ là tối thiểu 0,01 (0,61 so với 0,60) (Hình 3.14).

**Bảng 3.13. Chỉ số an ninh nước trong tương lai  
không xét đến biến đổi khí hậu**

TT	Huyện	Hệ sinh thái	Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	KT-XH	Tài nguyên nước và con người	Chỉ số ANN cả năm	Mức độ an ninh nước
1	Ba Tơ	0,77	0,92	0,1277	0,74	0,64	Cao
2	Bình Sơn	0,64	0,91	0,0582	0,75	0,59	Trung bình
3	Đức Phổ	0,63	0,77	0,1488	0,75	0,58	Trung bình
4	Lý Sơn	0,44	0,86	0,1195	0,41	0,46	Trung bình
5	Minh Long	0,75	0,91	0,1208	0,73	0,63	Cao
6	Mộ Đức	0,67	0,74	0,1713	0,75	0,58	Trung bình
7	Nghĩa Hành	0,81	0,84	0,1756	0,76	0,65	Cao
8	Sơn Hà	0,87	0,92	0,1121	0,71	0,65	Cao
9	Sơn Tây	0,80	0,92	0,0493	0,68	0,61	Cao
10	Sơn Tịnh	0,76	0,82	0,1173	0,75	0,61	Cao
11	Tây Trà	0,74	0,92	0,1048	0,65	0,60	Trung bình
12	TP Quảng Ngãi	0,67	0,86	0,0650	0,76	0,59	Trung bình
13	Trà Bồng	0,76	0,92	0,1379	0,72	0,63	Cao
14	Tư Nghĩa	0,74	0,79	0,1561	0,75	0,61	Cao
	<b>CẢ TỈNH</b>	<b>0,72</b>	<b>0,86</b>	<b>0,1189</b>	<b>0,71</b>	<b>0,60</b>	<b>Trung bình</b>



**Hình 3.14. So sánh mức độ an ninh nước giữa thời kỳ hiện tại với thời kỳ tương lai chưa xét đến biến đổi khí hậu**

**b. An ninh nước cho thời kỳ tương lai (2046 - 2065) có xét đến biến đổi khí hậu**

**b.1) Theo kịch bản RCP 4.5 giai đoạn 2046 - 2065**

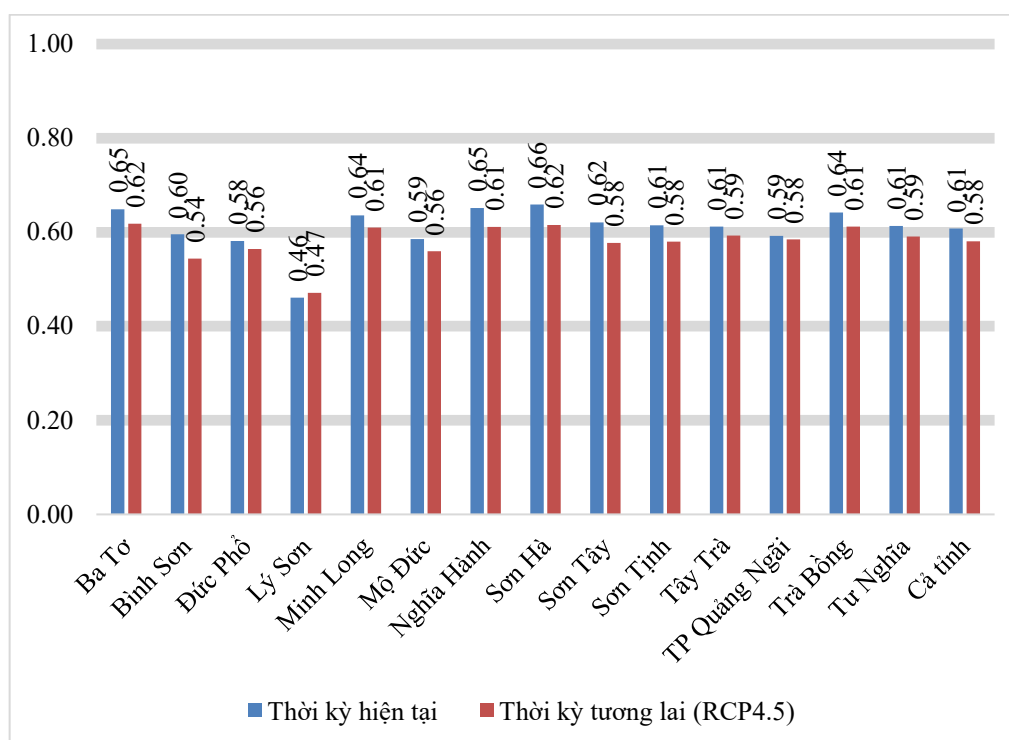
Mức độ an ninh nước cả năm theo kịch bản RCP4.5 thời kỳ 2046 - 2065 của cả tỉnh Quảng Ngãi được đánh giá ở mức trung bình (0,58). Trong đó, chỉ số Kinh tế - xã hội ở mức rất thấp (0,1189), ba chỉ số còn lại là Hệ sinh thái, Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước, Tài nguyên nước và con người đều ở mức cao (lần lượt là 0,65, 0,77 và 0,79) (Bảng 3.13).

**Bảng 3.14. Chỉ số an ninh nước cả năm theo kịch bản RCP4.5 thời kỳ 2046 - 2065**

TT	Huyện	Hệ sinh thái	Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	KT-XH	Tài nguyên nước và con người	Chỉ số ANN cả năm	Mức độ an ninh nước
1	Ba Tư	0,72	0,79	0,1277	0,84	0,62	Cao
2	Bình Sơn	0,55	0,76	0,0582	0,81	0,54	Trung bình

TT	Huyện	Hệ sinh thái	Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	KT-XH	Tài nguyên nước và con người	Chỉ số ANN cả năm	Mức độ an ninh nước
3	Đức Phổ	0,58	0,71	0,1488	0,82	0,56	Trung bình
4	Lý Sơn	0,45	0,91	0,1195	0,41	0,47	Trung bình
5	Minh Long	0,71	0,80	0,1208	0,81	0,61	Cao
6	Mộ Đức	0,55	0,67	0,1713	0,84	0,56	Trung bình
7	Nghĩa Hành	0,66	0,74	0,1756	0,87	0,61	Cao
8	Sơn Hà	0,74	0,82	0,1121	0,79	0,62	Cao
9	Sơn Tây	0,73	0,77	0,0493	0,76	0,58	Trung bình
10	Sơn Tịnh	0,66	0,72	0,1173	0,82	0,58	Trung bình
11	Tây Trà	0,66	0,84	0,1048	0,76	0,59	Trung bình
12	TP Quảng Ngãi	0,67	0,75	0,0650	0,85	0,58	Trung bình
13	Trà Bồng	0,73	0,80	0,1379	0,78	0,61	Cao
14	Tư Nghĩa	0,68	0,69	0,1561	0,84	0,59	Trung bình
	<b>CẢ TỈNH</b>	<b>0,65</b>	<b>0,77</b>	<b>0,1189</b>	<b>0,79</b>	<b>0,58</b>	<b>Trung bình</b>

So sánh mức độ an ninh nước giữa thời kỳ hiện tại với kịch bản RCP4.5 thời kỳ 2046 - 2065: chỉ số an ninh nước của 12 huyện và thành phố Quảng Ngãi ở thời kỳ hiện tại đều tốt hơn so với kịch bản RCP4.5 thời kỳ 2046 - 2065 (mức chênh từ 0,05 đến 0,01); chỉ riêng huyện Lý Sơn là ngược lại. Cụ thể: huyện Bình Sơn có mức chênh chỉ số an ninh nước nhiều nhất với 0,05, ba huyện Nghĩa Hành, Sơn Hà, Sơn Tây có mức chênh 0,04, ít nhất là thành phố Quảng Ngãi ở mức 0,01. Riêng huyện Lý Sơn chỉ số an ninh nước ở thời kỳ hiện tại kém hơn so với kịch bản RCP4.5 thời kỳ 2046 - 2065 với mức chênh 0,01. Xét cả tỉnh thì mức độ an ninh nước ở thời kỳ hiện tại cao hơn so với kịch bản RCP4.5 thời kỳ 2046 - 2065 với mức chênh 0,03 (so sánh giữa 0,61 - mức cao và 0,58 - mức trung bình) (Hình 3.15). Nguyên nhân chỉ số an ninh nước thời kỳ 2046 - 2065 kịch bản RCP4.5 thấp hơn so với thời kỳ hiện tại là do rất nhiều chỉ số đầu vào liên quan đến thời tiết, thủy văn có diễn biến tiêu cực hơn so với hiện tại, do đó kết quả chỉ số an ninh nước thấp hơn.



**Hình 3.15. So sánh mức độ an ninh nước giữa thời kỳ hiện tại với kịch bản RCP4.5 thời kỳ 2046 - 2065**

b.2) Theo kịch bản RCP 8.5 giai đoạn 2046 - 2065

Mức độ an ninh nước cả năm theo kịch bản RCP8.5 thời kỳ 2046 - 2065 của cả tỉnh Quảng Ngãi được đánh giá ở mức trung bình (0,57). Trong đó, chỉ số Kinh tế - xã hội ở mức rất thấp (0,1189), ba chỉ số còn lại là Hệ sinh thái, Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước, Tài nguyên nước và con người đều ở mức cao (lần lượt là 0,65, 0,76 và 0,77) (Bảng 3.15).

**Bảng 3.15. Chỉ số an ninh nước cả năm theo kịch bản RCP8.5 thời kỳ 2046 - 2065**

TT	Huyện	Hệ sinh thái	Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	KT-XH	Tài nguyên nước và con người	Chỉ số ANN cả năm	Mức độ an ninh nước
1	Ba Tư	0,72	0,78	0,1277	0,81	0,61	Cao
2	Bình Sơn	0,55	0,75	0,0582	0,80	0,54	Trung bình
3	Đức Phổ	0,58	0,71	0,1488	0,80	0,56	Trung bình
4	Lý Sơn	0,45	0,91	0,1195	0,41	0,47	Trung bình
5	Minh Long	0,71	0,78	0,1208	0,80	0,60	Trung bình

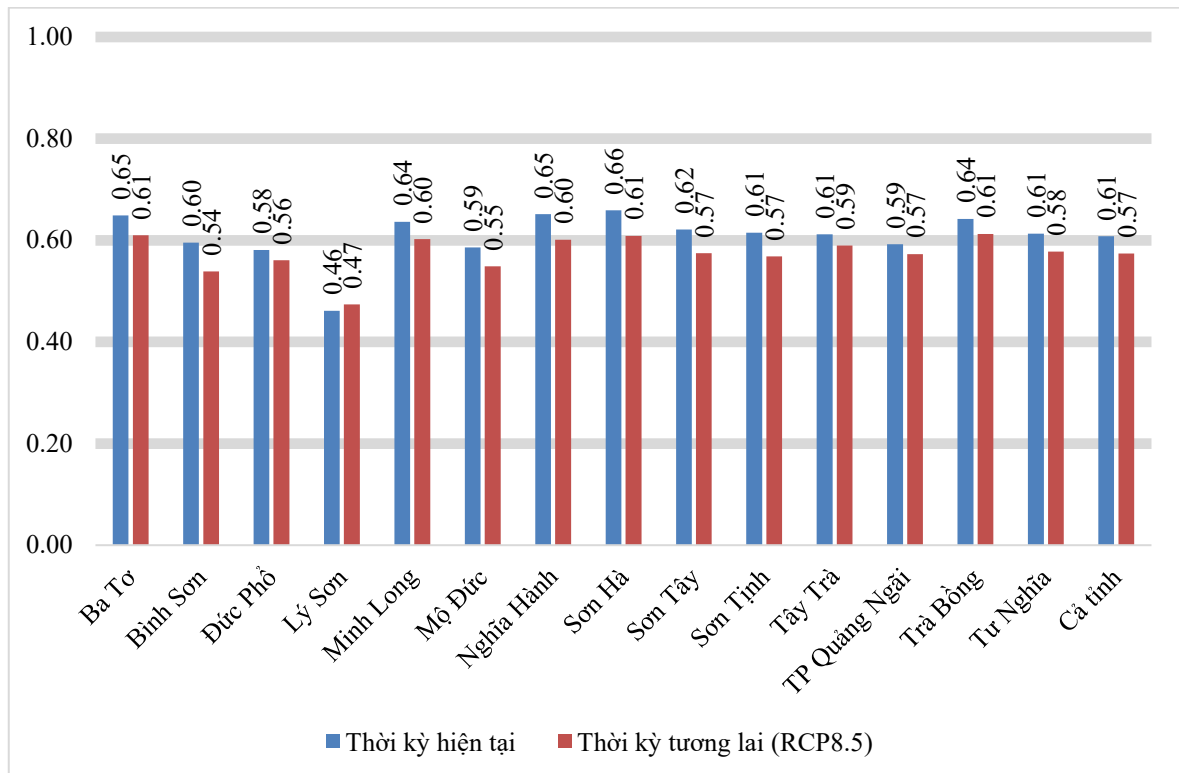
TT	Huyện	Hệ sinh thái	Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	KT-XH	Tài nguyên nước và con người	Chỉ số ANN cả năm	Mức độ an ninh nước
6	Mộ Đức	0,55	0,65	0,1713	0,82	0,55	Trung bình
7	Nghĩa Hành	0,66	0,73	0,1756	0,84	0,60	Trung bình
8	Sơn Hà	0,74	0,81	0,1121	0,78	0,61	Cao
9	Sơn Tây	0,73	0,77	0,0493	0,75	0,57	Trung bình
10	Sơn Tĩnh	0,66	0,69	0,1173	0,81	0,57	Trung bình
11	Tây Trà	0,66	0,84	0,1048	0,75	0,59	Trung bình
12	TP Quảng Ngãi	0,67	0,72	0,0650	0,84	0,57	Trung bình
13	Trà Bồng	0,73	0,81	0,1379	0,77	0,61	Cao
14	Tư Nghĩa	0,67	0,65	0,1561	0,83	0,58	Trung bình
	<b>CẢ TỈNH</b>	<b>0,65</b>	<b>0,76</b>	<b>0,1189</b>	<b>0,77</b>	<b>0,57</b>	<b>Trung bình</b>

So sánh mức độ an ninh nước giữa thời kỳ hiện tại với kịch bản RCP8.5 thời kỳ 2046 - 2065: chỉ số an ninh nước của 12 huyện và thành phố Quảng Ngãi ở thời kỳ hiện tại đều cao hơn so với kịch bản RCP8.5 thời kỳ 2046 - 2065 (mức chênh từ 0,06 đến 0,02); chỉ riêng huyện Lý Sơn là ngược lại. Cụ thể: huyện Bình Sơn có mức chênh chỉ số an ninh nước nhiều nhất với 0,06, bốn huyện Nghĩa Hành, Sơn Hà, Sơn Tây, Sơn Tĩnh có mức chênh 0,05; 2 huyện Đức Phổ, Tây Trà và thành phố Quảng Ngãi có mức chênh lệch ít nhất đều là 0,02. Riêng huyện Lý Sơn chỉ số an ninh nước ở thời kỳ hiện tại kém hơn so với kịch bản RCP8.5 thời kỳ 2046 - 2065 với mức chênh 0,01. Xét cả tỉnh thì mức độ an ninh nước ở thời kỳ hiện tại cao hơn so với kịch bản RCP8.5 thời kỳ 2046 - 2065 với mức chênh 0,04 (so sánh giữa 0,61 - mức cao và 0,57 - mức trung bình) (Hình 3.16). Nguyên nhân chỉ số an ninh nước thời kỳ 2046 - 2065 kịch bản RCP8.5 thấp hơn so với thời kỳ hiện tại là do rất nhiều chỉ số đầu vào liên quan đến thời tiết, thủy văn có diễn biến tiêu cực hơn so với hiện tại, do đó kết quả chỉ số an ninh nước thấp hơn; các chỉ số chỉ số đầu vào liên quan đến thời tiết, thủy văn thời kỳ 2046 - 2065 kịch bản RCP8.5 cực đoan hơn so với kịch bản RCP4.5 cùng thời kỳ nên dẫn đến chỉ

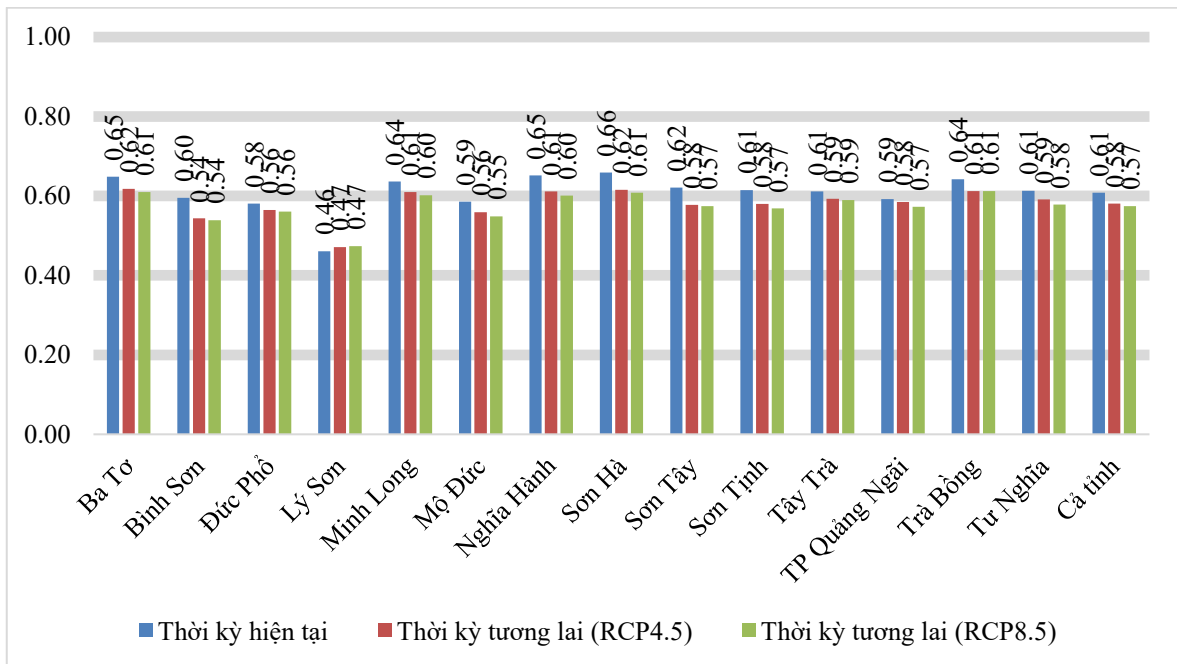
số an ninh nước thời kỳ 2046 - 2065 kịch bản RCP8.5 thấp hơn so với kịch bản RCP4.5

Hình 3.17 thể hiện sự khác nhau giữa an ninh nước ở thời kỳ hiện tại và thời kỳ tương lai có xét đến biến đổi khí hậu tương ứng với các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5.

Đối với các kết quả tính toán an ninh nước ở tương lai có xét đến biến đổi khí hậu nêu trên, Luận án đã tham khảo nghiên cứu của Tom Kompas và cộng sự [34] về tác động của biến đổi khí hậu lên tổng sản phẩm nội địa (GDP) để áp dụng cho các chỉ số thành phần liên quan trong nhóm chỉ số chính kinh tế - xã hội. Cụ thể, nghiên cứu chỉ ra rằng với nhiệt độ trái đất tăng 1°C thì GDP giảm khoảng 3%. (Kết quả tính toán chi tiết được trình bày tại Phụ lục 2).



**Hình 3.16. So sánh mức độ an ninh nước giữa thời kỳ hiện tại với kịch bản RCP8.5 thời kỳ 2046 - 2065**



**Hình 3.17. So sánh mức độ an ninh nước giữa thời kỳ hiện tại và giai đoạn 2046 - 2065 ở cả hai kịch bản RCP4.5 và kịch bản RCP8.5**

### **3.2. Nhận định về tác động của biến đổi khí hậu đến an ninh nước của tỉnh Quảng Ngãi**

Thông qua kết quả tính toán và so sánh mức độ an ninh nước ở Quảng Ngãi ở thời điểm tương lai, có xét đến và không xét đến biến đổi khí hậu, rõ ràng rằng mức độ an ninh nước của tỉnh Quảng Ngãi bị tác động bởi biến đổi khí hậu. Đặc biệt, kịch bản biến đổi khí hậu cực đoan hơn có tác động mạnh hơn so với kịch bản trung bình, thể hiện qua các chỉ số an ninh nước như sau: (1) Chỉ số an ninh nước ở tương lai khi có xét đến biến đổi khí hậu thấp hơn so với chỉ số không có biến đổi khí hậu; (2) Chỉ số an ninh nước theo kịch bản RCP8.5 thấp hơn so với kịch bản RCP4.5 ở cùng thời kỳ 2046 - 2065. Cụ thể: chỉ số an ninh nước ở thời kỳ 2046 - 2065 không xét đến biến đổi khí hậu đạt **0,6**, trong khi đó chỉ số an ninh nước ở thời kỳ 2046 - 2065 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 lần lượt là **0,58** và **0,57**.

Kết quả tính toán trên là minh chứng rõ ràng nhất cho nhận định biến đổi khí hậu tác động đến an ninh nước. Vì trên thực tế, biến đổi khí hậu thời gian qua đã gây ra những thay đổi về dòng chảy của các dòng sông, tần suất và cường độ lũ, tần suất hạn hán, lượng nước trong đất, nước cấp cho sinh hoạt, nước ngọt; gây ra tình trạng thiếu nước vào mùa khô, mưa lớn tập trung vào một số thời điểm trong mùa mưa; thiếu nước sạch cho tưới tiêu, sản xuất, du lịch, dịch vụ và sinh hoạt; gia tăng nguy cơ nhiễm mặn và ô nhiễm nước ngầm.

### **3.3. Đề xuất giải pháp đảm bảo an ninh nước cho tỉnh Quảng Ngãi**

#### **3.3.1. Cơ sở khoa học và thực tiễn đề xuất giải pháp**

Theo như định nghĩa về an ninh nước thì đối với bất kỳ một khu vực lãnh thổ hay một địa phương nào, muốn đảm bảo an ninh nước trước hết phải: đảm bảo được cung cấp đầy đủ về số lượng và chất lượng nước ở mức chấp nhận được và đảm bảo khả năng tiếp cận của người dân phục vụ cho mục đích sinh hoạt và sản xuất, đặc biệt trong tương lai khi có tác động của biến đổi khí hậu. Việc đánh giá đúng được rủi ro về nguồn cung, khả năng tiếp cận nước của các ngành dùng nước là cơ sở để đề xuất được những giải pháp đảm bảo an ninh nước một cách phù hợp. Ngoài ra, các giải pháp đưa ra phải có tính phù hợp với vùng miền và có tính khả thi nhằm phát huy hết tiềm năng sẵn có của vùng, miền, địa phương cụ thể. Bên cạnh đó, các giải pháp đưa ra cần phải phù hợp với quy hoạch vùng, quy hoạch tỉnh để đảm bảo tính bền vững trong quá trình triển khai thực hiện; đặc biệt cần phải thực hiện **đồng bộ, bổ trợ** lẫn nhau.

Kết quả phân tích và đánh giá cho thấy, biến đổi khí hậu sẽ ảnh hưởng đến tài nguyên nước mặt trong cả hiện tại và tương lai thông qua thay đổi trữ lượng sẵn có và nhu cầu sử dụng nước. Trong tương lai dưới tác động của biến đổi khí hậu, dòng chảy năm và dòng chảy mùa lũ đều có xu thế tăng còn dòng chảy mùa kiệt có xu thế giảm so với thời kỳ cơ sở ở tất cả các khu vực

của tỉnh Quảng Ngãi. So với kịch bản cơ sở, do nhiệt độ ở các thời kỳ tương lai theo các kịch bản biến đổi khí hậu tăng, nên lượng bốc hơi tiềm năng ở các thời kỳ tương ứng cũng tăng so với thời kỳ cơ sở. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến nhu cầu sử dụng nước cho các lĩnh vực sử dụng nước cũng cho thấy: đối với nhu cầu tưới nông nghiệp, hầu hết các thời kỳ trong tương lai của hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 đều có nhu cầu tưới nông nghiệp tăng mạnh so với thời kỳ cơ sở; nhiều huyện, thành phố của tỉnh Quảng Ngãi có diện tích đất công nghiệp dự kiến năm 2020 tăng lên khá nhiều so với hiện trạng năm 2015, do đó, nhu cầu sử dụng nước cho công nghiệp cũng tăng mạnh; nhu cầu nước cho sinh hoạt gia tăng: nhu cầu nước cho các loại hình sử dụng nước mặt khác (các hoạt động dịch vụ trong đô thị), hầu hết các thời kỳ trong tương lai đều có nhu cầu nước cho các hoạt động công nghiệp dịch vụ trong đô thị tăng so với hiện trạng năm 2017, mặc dù tổng lượng tăng không nhiều nhưng tỉ lệ tăng khá lớn.

Theo kết quả tính toán, an ninh nước tại phần lớn của các địa phương đều ở mức trung bình và đều giảm theo các kịch bản biến đổi khí hậu. Các huyện Bình Sơn, Sơn Tây, Tây Trà đều có mức an ninh nước ở mức thấp qua theo các kịch bản biến đổi khí hậu.

### ***3.3.2. Các giải pháp chung nhằm đảm bảo an ninh nước***

Qua nghiên cứu cơ sở lý luận, thực tiễn và tham khảo các giải pháp đã được áp dụng trên thế giới và tại Việt Nam về việc đảm bảo an ninh nước, trong mục này, Luận án đề xuất một số ***giải pháp chung*** nhằm đảm bảo an ninh nước. Còn các ***giải pháp cụ thể*** để đảm bảo an ninh nước ở Quảng Ngãi sẽ được phân tích chi tiết trong Mục 3.3.3.

#### ***3.3.2.1. Giải pháp quản lý tài nguyên nước***

- Đẩy mạnh công tác điều tra, đánh giá tài nguyên nước (nước mặt và nước dưới đất), ưu tiên những vùng đang và có nguy cơ thiếu nước, những khu vực có nhu cầu khai thác nước tăng mạnh trong kì quy hoạch.

- Thực hiện chương trình kiểm kê, đánh giá tài nguyên nước theo định kì: kiểm kê hiện trạng khai thác sử dụng nước.

- Hoàn thiện, nâng cấp hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu tài nguyên nước, gắn với cơ sở dữ liệu về môi trường, đất đai và các lĩnh vực khác thuộc phạm vi quản lí của Sở Tài nguyên và Môi trường, bảo đảm tích hợp với hệ thống thông tin cơ sở dữ liệu về tài nguyên nước, cơ sở dữ liệu về tài nguyên và môi trường của Trung ương.

- Thực hiện việc quy hoạch chi tiết khai thác, sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước ở từng địa bàn hành chính. Đồng thời, căn cứ diễn biến nguồn tài nguyên nước, tình hình thực tế về số lượng, chất lượng các nguồn nước và khai thác, sử dụng nước, định kì rà soát, điều chỉnh bổ sung quy hoạch cho phù hợp với yêu cầu thực tế.

- Xây dựng chương trình giám sát và báo cáo về tình hình khai thác sử dụng tài nguyên nước trên các khu vực thuộc địa bàn tỉnh Quảng Ngãi.

- Tiếp tục rà soát và ban hành các văn bản quy phạm pháp luật thuộc thẩm quyền của Ủy ban Nhân dân tỉnh. Trong đó, tập trung vào cơ chế, chính sách trong việc khai thác, sử dụng nước bảo đảm tiết kiệm, hiệu quả, bền vững dự trữ lâu dài, ưu tiên sử dụng tài nguyên nước để cấp cho sinh hoạt và các lĩnh vực sản xuất quan trọng của vùng gắn với bảo vệ tài nguyên nước.

- Ban hành các quy định cụ thể về khai thác sử dụng tài nguyên nước trên phạm vi toàn tỉnh phù hợp điều kiện tự nhiên.

- Ban hành các quy định về chia sẻ nguồn nước giữa các địa phương lân cận, giữa các hộ dùng nước và các ngành trong tỉnh.

- Xây dựng chương trình cụ thể để tuyển dụng cán bộ có trình độ và năng lực chuyên môn phù hợp. Tổ chức công tác đào tạo, tập huấn hoặc đào tạo lại để tăng cường năng lực của cán bộ quản lý các cấp về kỹ năng quản lý và giải quyết các vấn đề thực tiễn.

- Xây dựng và thực hiện chương trình tăng cường trang thiết bị và công cụ phục vụ công tác quản lý tài nguyên nước các cấp.

- Thực hiện việc rà soát, kiểm tra thường xuyên, phát hiện các tổ chức, cá nhân khai thác nước mặt và khoan, thăm dò, khai thác nước dưới đất chưa có giấy phép hoặc chưa đăng kí.

- Định kì lập danh sách các tổ chức, cá nhân chưa có giấy phép, thông báo và công bố trên các phương tiện thông tin.

- Hoàn tất việc đăng kí, cấp phép đối với các công trình khai thác tài nguyên nước đã có để đưa vào quản lý theo quy định.

- Xây dựng và thực hiện chương trình thanh tra, kiểm tra hằng năm, kết hợp với công tác kiểm tra đột xuất, chú trọng đối với các tổ chức, cá nhân khai thác sử dụng nước lớn, các công trình có quy mô khai thác lớn và đối với các khu vực nằm trong vùng hạn chế, vùng cấm khai thác.

- Xây dựng cơ chế đối thoại, trao đổi thông tin, cơ chế trách nhiệm giữa các cộng đồng ven sông với các hộ ngành khai thác sử dụng tài nguyên nước và cơ quan quản lý nhà nước về tài nguyên nước.

- Tăng cường các hoạt động giám sát của các bên liên quan thông qua mạng giám sát khai thác sử dụng tài nguyên nước.

- Xây dựng và tổ chức thực hiện chương trình phổ biến pháp luật về tài nguyên nước trong các cơ quan chuyên môn ở cấp cơ sở (cấp huyện).

- Thực hiện các biện pháp tuyên truyền giáo dục trong nhân dân: phát tờ rơi, phát động phong trào và khuyến khích người dân sử dụng nước tiết kiệm, bảo vệ nguồn nước...

- Công khai các thông tin về các cơ sở gây ô nhiễm và các nguồn nước bị ô nhiễm cho nhân dân biết và phát huy sức mạnh cộng đồng trong theo dõi, giám sát các hoạt động bảo vệ nguồn nước.

- Nâng cao năng lực cảnh báo và dự báo thiên tai: Tăng cường năng lực dự báo, cảnh báo lũ lụt, hạn hán, nâng cao chất lượng cảnh báo lũ, quy trình vận hành các hồ chứa lớn, cắt lũ và cấp nước có hiệu quả cao.

- Tăng cường nhận thức của người dân về thiên tai để chủ động phòng tránh.

### 3.3.2.2. Các giải pháp về kinh tế

- Thu phí nước thải phải được áp dụng với các hộ dân được cấp nước và các doanh nghiệp xả nước thải.

- Xử phạt hành chính và các biện pháp khác với các cơ sở gây ô nhiễm.

- Tăng cường đầu tư cho công tác quản lý tài nguyên nước trước hết là đầu tư để tăng cường năng lực quản lý, tăng cường trang thiết bị, công cụ, kỹ thuật phục vụ quản lý và đầu tư cho công tác điều tra, đánh giá, quan trắc, dự báo diễn biến tài nguyên nước và xây dựng hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu về tài nguyên nước.

- Xây dựng các chương trình, đề án, kế hoạch dài hạn và kế hoạch hằng năm để đầu tư từ ngân sách nhà nước cho công tác quản lý tài nguyên nước tăng cường trang thiết bị phục vụ quản lý, điều tra, kiểm kê, đánh giá tài nguyên nước; quy hoạch chi tiết tài nguyên nước ở các vùng; quan trắc, giám sát, dự báo tài nguyên nước, xây dựng hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu về tài nguyên nước, nghiên cứu, ứng dụng tiến bộ khoa học kỹ thuật trong lĩnh vực tài nguyên nước.

- Vốn ngân sách nhà nước bao gồm cả Trung ương và địa phương. Nguồn vốn này được huy động kết hợp với vốn do các tổ chức phi chính phủ

tài trợ cho các công trình ở những khu vực đặc biệt khó khăn có tỉ lệ các hộ nghèo đói cao.

- Dân đóng góp vốn dưới nhiều hình thức khác nhau trên cơ sở Nhà nước và nhân dân cùng làm.

- Nhà nước có thể cho phép các tổ chức và cá nhân trong và ngoài nước được kinh doanh nước sạch với giá hợp lí theo đúng quy định của pháp luật về trữ lượng và chất lượng.

### 3.3.2.3. Các giải pháp phòng chống giảm thiểu thiên tai

- Trồng rừng và bảo vệ rừng đầu nguồn: Nhằm giảm cường suất lũ trên vùng quy hoạch, có tác dụng hạn chế lũ quét. Lượng mưa trong rừng nguyên sinh bị giữ lại trên lá và thân cây biến động từ 22-45% tổng lượng mưa rơi tùy theo từng trận mưa, khả năng giữ nước sẽ giảm đi đối với rừng thưa và rừng trồng. Do đó trong giai đoạn quy hoạch, cần thiết phải duy trì diện tích rừng tự nhiên còn lại song song với việc mở rộng diện tích rừng trồng đảm bảo đến năm 2025 tỉ lệ che phủ đạt từ 45 - 55%.

- Quy hoạch bố trí, sắp xếp dân cư: Căn cứ vào các bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét xác định hành lang an toàn làm cơ sở cho việc quy hoạch bố trí, sắp xếp lại dân cư, kiên quyết di dời các hộ dân trong vùng có nguy cơ cao về lũ quét đến nơi an toàn.

- Tăng cường công tác quản lí nhà nước đối với các hoạt động xây dựng cơ bản, không cho xây dựng khu dân cư tại các vùng có nguy cơ lũ quét cao.

- Hoàn thiện, nâng cấp mạng lưới các trạm cảnh báo thiên tai hiện có trên địa bàn tỉnh, nâng cao khả năng phòng tránh lũ quét.

- Gia cường các hồ chứa nước: Phần lớn các hồ nước trong vùng quy hoạch là các hồ chứa nhỏ có dung tích từ 0,5 đến vài triệu m<sup>3</sup>, ngoài tác dụng cấp nước vào mùa khô, sự xuống cấp của các công trình này gây nguy cơ lũ

quét rất cao khi vào mùa mưa lũ công trình mất ổn định và bị vỡ đập. Do đó, cần phải rà soát các công trình đập dâng, hồ chứa nước đã xuống cấp để có kế hoạch gia cố, nâng cấp. Trong quy hoạch phân bổ đã đề xuất nâng cấp sửa chữa 262 công trình hồ chứa, đập dâng và trạm bơm.

- Xóa bỏ những khu vực có nguy cơ lũ quét cao bằng các công trình ổn định mái dốc, chống sạt lở.

#### 3.3.2.4. Các giải pháp nâng cao nhận thức

- Xây dựng và tổ chức thực hiện chương trình phổ biến pháp luật về tài nguyên nước trong các cơ quan chuyên môn ở cấp cơ sở (cấp huyện).

- Thực hiện các biện pháp tuyên truyền giáo dục trong nhân dân: Phát tờ rơi, phát động phong trào và khuyến khích người dân sử dụng nước tiết kiệm, bảo vệ nguồn nước...

- Công khai các thông tin về các cơ sở gây ô nhiễm và các nguồn nước bị ô nhiễm cho nhân dân biết và phát huy sức mạnh cộng đồng trong theo dõi, giám sát các hoạt động bảo vệ nguồn nước.

- Xây dựng các chương trình phổ biến kiến thức trong nhà trường: phát động cuộc thi tìm hiểu, nâng cao nhận thức về các hoạt động bảo vệ tài nguyên nước; tổ chức tham quan, dã ngoại đến các địa điểm ô nhiễm và các địa điểm làm tốt công tác bảo vệ tài nguyên nước.

- Nâng cao năng lực cảnh báo và dự báo thiên tai: Tăng cường năng lực dự báo, cảnh báo lũ lụt, hạn hán, nâng cao chất lượng cảnh báo lũ, quy trình vận hành các hồ chứa lớn, cắt lũ và cấp nước có hiệu quả cao.

- Tăng cường nhận thức của người dân về thiên tai để chủ động phòng tránh.

- Nâng cao nhận thức của nông dân trong kỹ thuật bón phân hóa học, khuyến khích sử dụng các loại phân bón vi sinh thay cho các loại phân bón hóa học thông thường; Thường xuyên tổ chức các lớp hướng dẫn về cách sử

dụng phân bón, cách tưới, tiêu và chăm sóc cây trồng cho nông dân; Hạn chế chăn thả gia súc tự do và khuyến khích, trang bị phương tiện thu gom phân khi chăn thả gia súc tự do; Cấm sử dụng phân tươi bón ruộng, khuyến khích xử lý chất thải sinh hoạt và chăn nuôi bằng việc xây dựng các bể Biogas; Hạn chế sử dụng nước thải cho tưới ruộng hoặc phải có biện pháp xử lý phù hợp.

- Xây dựng các chương trình phổ biến kiến thức trong nhà trường: phát động cuộc thi tìm hiểu, nâng cao nhận thức về các hoạt động bảo vệ tài nguyên nước; tổ chức tham quan, dã ngoại đến các địa điểm ô nhiễm và các địa điểm làm tốt công tác bảo vệ tài nguyên nước.

### ***3.3.3. Phân tích và lựa chọn các giải pháp ưu tiên, phù hợp cho tỉnh Quảng Ngãi***

Như đã trình bày ở Chương 2, chỉ số an ninh nước gồm 04 chỉ số chính và 17 chỉ số thành phần, cụ thể:

- *Nhóm chỉ số Hệ sinh thái*: Hiện trạng ô nhiễm, Sức ép nguồn nước, Chỉ số tài nguyên nước, Mật độ, Hệ số suy giảm hệ sinh thái.

- *Nhóm chỉ số Thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước*: Tần suất lũ, Số ngày hạn hán, Tỷ lệ diện tích ngập lụt, Lượng mưa trung bình năm, Nhiệt độ trung bình năm.

- *Nhóm chỉ số Kinh tế - Xã hội*: Chi phí cho nước, vệ sinh; Chi trả cho dịch vụ nước và nước thải.

- *Nhóm chỉ số Tài nguyên nước và con người*: Hệ số khan hiếm nước, Hệ số biến đổi nguồn nước đến lưu vực sông, Hệ số khai thác nguồn nước, Dân số được tiếp cận nguồn nước sạch, Tỷ lệ người dân được tiếp cận hệ thống thu gom nước thải đạt tiêu chuẩn

Trong 17 chỉ số thành phần này có 05 chỉ số mang tính tự nhiên, không thể tác động: Tần suất lũ, Số ngày hạn hán, Tỷ lệ diện tích ngập lụt, Lượng mưa trung bình năm, Nhiệt độ trung bình năm; còn lại 12 chỉ số là có thể cải

thiện bằng các giải pháp. Như vậy, việc lựa chọn các giải pháp ưu tiên để đảm bảo an ninh nước ở Quảng Ngãi cần tập trung vào hành động để cải thiện 12 chỉ số này; các giải pháp cần phải thực hiện **đồng bộ, bổ trợ** lẫn nhau. Trên cơ sở đó, luận án đề xuất các giải pháp cần ưu tiên thực hiện đến năm 2030, tầm nhìn đến 2050 như sau:

### *3.3.3.1. Duy trì và cải thiện diện tích rừng – mục tiêu duy trì được độ che phủ như hiện tại*

- Tập trung công tác điều tra, quy hoạch, khoanh nuôi và bảo vệ diện tích rừng hiện có, khắc phục tình trạng suy thoái của rừng và đẩy mạnh trồng mới, bảo đảm cải thiện môi trường sinh thái. Trước mắt, ngoài việc quản lý, bảo vệ diện tích rừng đặc dụng, tỉnh cần triển khai thực hiện chủ yếu phát triển rừng phòng hộ và rừng sản xuất; đổi mới phương án sản xuất và triển khai biện pháp phát triển rừng trồng, bảo đảm thu hút đủ lượng lao động tham gia trồng rừng.

- Thực hiện đồng bộ các giải pháp về khoa học công nghệ, nguồn nhân lực và chính sách thu hút đầu tư; khuyến khích các thành phần kinh tế tham gia phát triển rừng có hiệu quả; tăng cường năng lực quản lý nhà nước, cải cách hành chính, phân định rõ chức năng, nhiệm vụ quản lý hoạt động lâm nghiệp trên địa bàn.

- Tiếp tục duy trì và đẩy mạnh chính sách đầu tư xây dựng các vùng trồng rừng nguyên liệu tập trung, trong đó xác định rõ quyền sử dụng đất và tài nguyên rừng cho các công ty lâm nghiệp, lâm trường, các thành phần kinh tế khác và hộ gia đình, bảo đảm đầu tư sản xuất lâu dài. Đất giao cho từng hộ gia đình sử dụng, được bố trí một phần diện tích để thực hiện sản xuất nông, lâm kết hợp, bảo đảm cho việc trồng, chăm sóc và bảo vệ rừng. Các xã đặc biệt khó khăn khi giao đất cho hộ dân phải bố trí vốn, đầu tư kỹ thuật, cây giống để người dân yên tâm phát triển lâm nghiệp.

### 3.3.3.2. *Quản lý và xử lý nước thải – mục tiêu là 100% nước thải được thu gom, xử lý trước khi chảy ra ao hồ, sông suối*

- Tập trung giám sát và kiểm soát các nguồn thải trọng điểm. Tiếp tục đầu tư, xây dựng hệ thống giám sát để giám sát liên tục, tự động, trực tuyến hoạt động xả thải nước của các cơ sở xả nước thải lớn, có nguy cơ gây ô nhiễm nguồn nước.

- Kiểm soát chặt chẽ các dự án, công trình, khu, cụm công nghiệp, nông nghiệp, y tế, làng nghề, khai thác... với các quy định chặt chẽ về đánh giá tác động môi trường, tuân thủ quy định xây dựng hệ thống thải nước với hệ thống tiêu thoát nước một cách đồng bộ, không rời rạc, tránh ô nhiễm gia tăng và có chính sách tăng mức phí xả thải đối với các đối tượng xả thải. Cụ thể cần triệt để thực hiện Nghị định số 53/2020/NĐ-CP ngày 05/5/2020 của Chính phủ về quy định phí bảo vệ môi trường đối với nước thải; trong đó có những điểm mới về đối tượng chịu phí cũng như mức phí, trong đó các tổ chức, hộ gia đình, cá nhân thải nước thải theo quy định đi kèm là người nộp phí bảo vệ môi trường đối với nước thải; trường hợp các tổ chức, hộ gia đình, cá nhân thải nước thải vào hệ thống xử lý nước thải tập trung và trả tiền dịch vụ xử lý nước thải cho đơn vị quản lý, vận hành hệ thống xử lý nước thải tập trung theo cơ chế giá dịch vụ thì đơn vị quản lý, vận hành hệ thống xử lý nước thải tập trung là người nộp phí bảo vệ môi trường đối với nước thải theo quy định.

- Tích cực tuyên truyền nâng cao ý thức tiết kiệm nước, tái sử dụng nước nhằm giảm thiểu lượng nước thải trực tiếp, song song với ý thức bảo vệ môi trường.

### 3.3.3.3. *Đảm bảo dân số Quảng Ngãi ở mức phù hợp cả về số lượng lẫn cơ cấu – mục tiêu duy trì ở mức sinh hiện tại*

Trên thực tế hiện nay, mức sinh ở Quảng Ngãi đang giảm mạnh, tỷ lệ sinh con thứ 3 có xu hướng giảm trong thời gian gần đây, đòi hỏi tỉnh phải

khẩn trương chuyển hướng chiến lược truyền thông, vận động, lập kế hoạch các hoạt động, phù hợp với trọng tâm công tác dân số trong tình hình mới (tỷ lệ sinh con thứ 3 trở lên hiện là 11,63%, giảm liên tục từ năm 2015 đến nay). Do đó Quảng Ngãi phải có đề án kế hoạch riêng về công tác dân số, trong đó quan trọng nhất là phải chuyển trọng tâm chính sách từ tập trung vào kế hoạch hóa gia đình sang dân số và phát triển, giải quyết toàn diện các vấn đề quy mô, cơ cấu, chất lượng, phân bố dân số trong mối quan hệ với phát triển kinh tế - xã hội, bảo đảm quốc phòng, an ninh của tỉnh.

#### *3.3.3.4. Đảm bảo cấp nước cho sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp, dịch vụ – mục tiêu là 100% được đảm bảo nhu cầu cả về số lượng và chất lượng*

- Về cấp nước sinh hoạt: tập trung nâng cấp, sửa chữa các công trình cấp nước sạch nông thôn tập trung. Trong đó, ưu tiên sửa chữa các công trình nước sạch nông thôn, vùng nhiễm phèn, thiếu nước sạch. Hệ thống đường ống được nâng cấp, thiết bị lọc công nghệ hiện đại, bảo đảm nước đạt quy chuẩn cung cấp cho nhân dân. Đồng thời có phương án bảo vệ, quản lý các công trình cung cấp nước sạch. Nâng cao hiệu quả sử dụng các công trình nước sạch nông thôn để đảm bảo cung cấp nước sạch cho Nhân dân; về lâu dài, có cơ chế chính sách ưu đãi, khuyến khích doanh nghiệp đầu tư hệ thống cấp nước sạch nông thôn theo Nghị định số 57/2018/NĐ-CP ngày 17/4/2018 của Chính phủ về cơ chế, chính sách khuyến khích doanh nghiệp đầu tư vào nông nghiệp, nông thôn và Quyết định số 131/2009/QĐ-TTg ngày 02/11/2009 của Thủ tướng Chính phủ về một số chính sách ưu đãi, khuyến khích đầu tư và quản lý, khai thác công trình cấp nước sạch nông thôn.

- Về đảm bảo nước cho nông nghiệp (đặc biệt trong mùa khô): giải pháp quan trọng đầu tiên để tránh căng thẳng về nước tưới trong mùa khô hạn là phải bố trí lại cơ cấu trồng trọt, chăn nuôi, cơ cấu cây trồng, mùa vụ hợp lý; tích cực chuyển đổi cơ cấu cây trồng (từ cây lúa sang cây trồng cạn sử dụng ít

nước đối với những vùng bị thiếu nước), không sản xuất đối với những vùng nguồn nước không đảm bảo cung cấp trong suốt mùa vụ. Nghiên cứu, áp dụng những kỹ thuật và công nghệ mới nhằm tưới tiết kiệm nước. Ứng dụng các công nghệ tưới hiện đại như tưới phun mưa, nhỏ giọt cấp lượng nước đúng yêu cầu sinh trưởng và phát triển. Ưu tiên nguồn nước cho những giai đoạn quyết định đến năng suất, hạn chế sử dụng nước trong các giai đoạn khác. Hoàn thành xây dựng các công trình thủy lợi để kịp thời đưa vào sử dụng, phục vụ sản xuất. Thường xuyên theo dõi thông tin dự báo KTTV, diễn biến thời tiết và kiểm kê nguồn nước để có kế hoạch sử dụng nước hợp lý.

- Đối với nhu cầu sử dụng nước trong ngành công nghiệp hiện nay và trong tương lai đến 2030 theo tính toán được đáp ứng đủ.

- Về đảm bảo nhu cầu nước dành cho du lịch, dịch vụ: thực tế hiện nay ở Quảng Ngãi thì địa bàn thiếu hụt nước nhiều nhất là huyện Lý Sơn (cả cho sinh hoạt và du lịch). Để đáp ứng được nhu cầu về nước trong tương lai thì cần có những giải pháp cấp nước ngọt bền vững cho đảo, nhất là bảo tồn mạch nước ngầm tự nhiên. Cụ thể, bên cạnh bảo vệ nghiêm ngặt nguồn nước ngầm, việc nghiên cứu, đầu tư một trong hai giải pháp công nghệ sau đây là rất cấp thiết: máy lọc nước biển thành nước ngọt và lắp đặt hệ thống đưa nước ngọt từ đất liền vượt biển ra đảo là rất cấp thiết. Tuy nhiên, mỗi giải pháp đều có ưu điểm và nhược điểm: máy lọc nước biển thành nước ngọt, vốn đầu tư ban đầu không lớn, nhưng quá trình vận hành, bảo trì, bảo dưỡng khá tốn kém; còn đầu tư hệ thống đường ống cấp nước từ đất liền ra, tuy đầu tư ban đầu lớn nhưng vận hành ít tốn kém hơn; do đó chính quyền địa phương cần cần tính toán cụ thể để vừa tiết kiệm kinh phí, vừa đảm bảo nhu cầu sử dụng nước cho người dân và khách du lịch.

*3.3.3.5. Giải pháp tổng thể nhằm nâng cao thu nhập, cải thiện đời sống của nhân dân – mục tiêu đạt 4.400USD/người/năm đến năm 2030, định hướng đạt*

*33.400USD/người/năm đến năm 2050 theo Nghị quyết Đại hội Đảng bộ tỉnh Quảng Ngãi lần thứ XX*

- Tiếp tục đẩy mạnh cải cách hành chính; nâng cao thứ hạng các chỉ số về cải cách hành chính, hiệu quả quản trị và hành chính công, năng lực cạnh tranh cấp tỉnh. Đẩy mạnh phát triển du lịch, từng bước trở thành ngành kinh tế mũi nhọn. Đẩy mạnh phát triển kinh tế - xã hội, giảm nghèo bền vững ở các huyện miền núi.

- Huy động và sử dụng hiệu quả các nguồn lực để đẩy mạnh phát triển công nghiệp. Trong đó, phải tăng tỷ trọng các ngành công nghiệp công nghệ cao; đẩy mạnh thu hút, phát triển công nghiệp hỗ trợ, công nghiệp ngoài dầu. rà soát toàn diện các cơ chế, chính sách, xem xét đổi mới tư duy, đổi mới phương thức xúc tiến đầu tư, cải tổ mô hình hoạt động của khu kinh tế.

- Về phát triển hài hòa, bền vững giữa các vùng kinh tế:

+ Đối với vùng miền núi: Thực hiện có hiệu quả Chương trình mục tiêu quốc gia về phát triển kinh tế - xã hội vùng dân tộc thiểu số và miền núi. Tranh thủ tối đa nguồn lực của Trung ương theo Nghị quyết số 88/2019/QH14 của Quốc hội để đẩy mạnh phát triển kinh tế - xã hội, giảm nghèo bền vững. Tập trung khai thác, phát huy tối đa các tiềm năng, lợi thế để phát triển lâm nghiệp bền vững. Xây dựng và nhân rộng các mô hình sản xuất, liên kết tiêu thụ sản phẩm nông nghiệp có hiệu quả. Có cơ chế, chính sách đặc thù thu hút đầu tư vào khu vực miền núi.

+ Đối với vùng đồng bằng: Phát triển nông nghiệp theo chiều sâu, dựa vào khoa học, công nghệ, có năng suất, chất lượng, sức cạnh tranh và giá trị gia tăng cao. Quy hoạch, phát triển một số vùng trọng điểm sản xuất nông nghiệp chuyên canh, ứng dụng công nghệ cao, nông nghiệp sạch, nông nghiệp sinh thái, trước hết tập trung ở những địa phương có điều kiện như: Nghĩa Hành, Mộ Đức, Tư Nghĩa, Bình Sơn,... Tập trung thu hút các dự án đầu tư về

công nghiệp chế biến nông, lâm, thủy sản, bảo đảm đầu ra ổn định cho các sản phẩm nông nghiệp.

+ Đối với vùng ven biển, hải đảo: Thực hiện có hiệu quả Chiến lược biển Việt Nam đến năm 2030, tạo bước phát triển mạnh về kinh tế biển. Phát triển kinh tế biển đồng bộ cả công nghiệp, dịch vụ, du lịch biển, nuôi trồng, khai thác, chế biến hải sản, dịch vụ hậu cần và hạ tầng thủy sản. Tăng cường bảo vệ tài nguyên, môi trường biển; bảo tồn, phát triển bền vững đa dạng sinh học biển. Tập trung nguồn lực xây dựng, phát triển Trung tâm logistics khu vực cảng biển Dung Quất. Quy hoạch, đầu tư phát triển các khu đô thị, dịch vụ, du lịch chất lượng cao ven biển. Phát triển bền vững huyện đảo Lý Sơn.

+ Đối với vùng kinh tế động lực: Phân bổ vốn đầu tư công gắn với thu hút đầu tư ngoài ngân sách có chọn lọc, có trọng tâm, trọng điểm để tập trung phát triển 3 vùng kinh tế động lực của tỉnh: Thành phố Quảng Ngãi là trung tâm chính trị, kinh tế, văn hóa của tỉnh; Khu Kinh tế Dung Quất và vùng lân cận là trung tâm phát triển công nghiệp của tỉnh; Vùng ven biển Dung Quất - Sa Huỳnh và Lý Sơn là trọng tâm phát triển về du lịch, dịch vụ.

- Tập trung thực thi hiệu quả, hiệu lực các giải pháp cải thiện môi trường đầu tư, kinh doanh; đẩy mạnh thu hút đầu tư trên cơ sở phát huy lợi thế, tiềm năng tự nhiên, năng lực cạnh tranh của tỉnh; hỗ trợ, đồng hành cùng doanh nghiệp, nhà đầu tư. Nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý đất đai, tài nguyên; chủ động phòng tránh thiên tai, ứng phó biến đổi khí hậu. Tăng cường, nâng cao hiệu quả công tác thanh tra, kiểm tra, tiếp công dân, giải quyết khiếu nại, tố cáo; đẩy mạnh công tác phòng, chống tham nhũng, thực hành tiết kiệm, chống lãng phí. Xây dựng bộ máy tinh gọn, hiệu lực, hiệu quả; siết chặt kỷ luật, kỷ cương, xây dựng, nâng cao hiệu quả thi hành pháp luật; hoàn thiện nền tảng chính quyền điện tử phục vụ người dân và doanh nghiệp

ngày càng tốt hơn. Đào tạo, phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao. Đầu tư, phát triển kết cấu hạ tầng đồng bộ, hiện đại, tạo động lực cho phát triển.

- Tiếp tục đẩy mạnh thực hiện các biện pháp phòng, chống dịch COVID-19; thúc đẩy phát triển các hoạt động thương mại, xuất khẩu, du lịch, dịch vụ sau dịch bệnh.

- Tận dụng hiệu quả các cơ hội của cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0, làm cơ sở để xây dựng các kế hoạch, chương trình phát triển kinh tế - xã hội.

### **3.3.4. Đánh giá hiệu quả các giải pháp trong nâng cao mức độ an ninh nước cho tỉnh Quảng Ngãi**

Luận án đã tiến hành tính toán chỉ số an ninh nước trong trường hợp áp dụng các giải pháp. Kết quả đánh giá như sau:

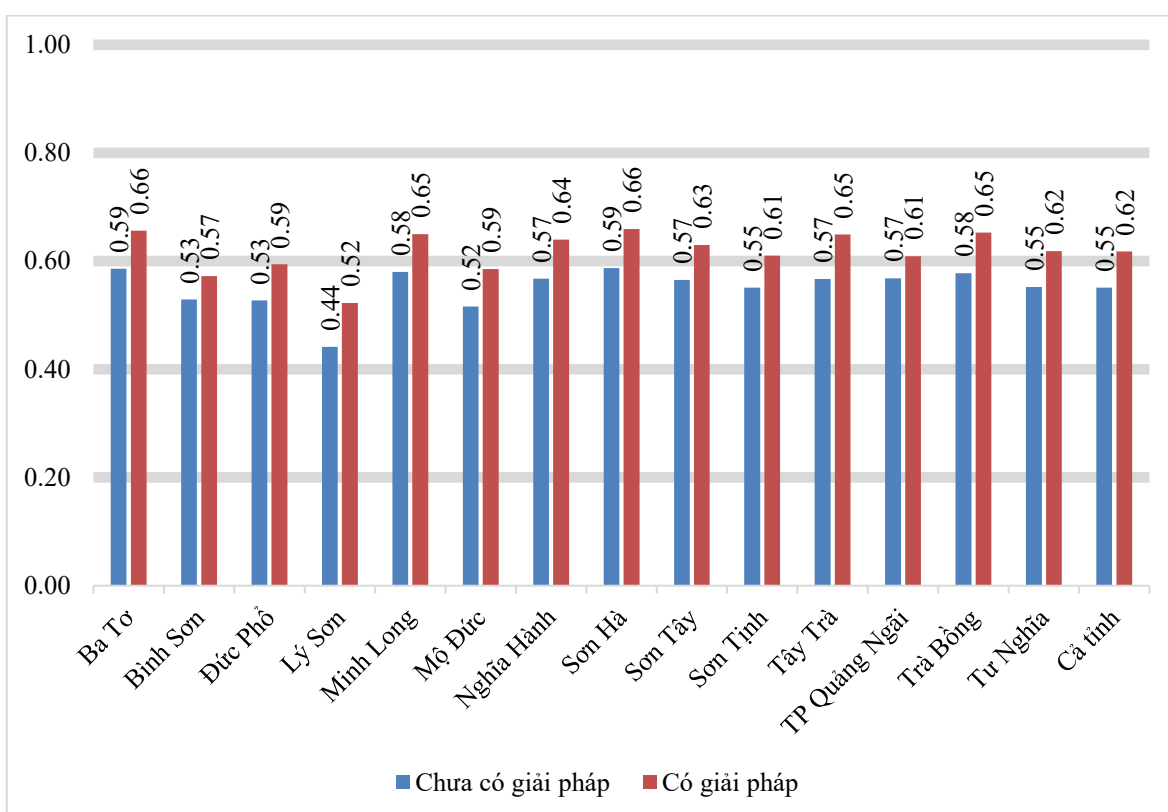
Trường hợp các giải pháp nêu tại Mục 3.2.2 trên được thực thi đồng bộ, hiệu quả thì chỉ số an ninh nước ở tất cả các huyện và cả tỉnh đều được cải thiện với mức chênh dao động từ 0,08 đến 0,04. Cụ thể: chỉ số an ninh nước ở 03 huyện Lý Sơn, Tây Trà và Trà Bồng được cải thiện với mức chênh 0,08; tiếp theo, các huyện Ba Tơ, Đức Phổ, Minh Long, Mộ Đức, Nghĩa Hành, Sơn Hà, Tư Nghĩa đạt mức chênh 0,07; cả tỉnh được cải thiện từ 0,55 - mức trung bình lên 0,62 - mức an ninh nước cao (mức chênh 0,07) (Bảng 3.16).

**Bảng 3.16. So sánh an ninh nước trong trường hợp áp dụng các giải pháp**

TT	Huyện	ANN nước chưa áp dụng các giải pháp	ANN nước có áp dụng các giải pháp	Mức chênh
1	Ba Tơ	0,59	0,66	0,07
2	Bình Sơn	0,53	0,57	0,04
3	Đức Phổ	0,53	0,59	0,07
4	Lý Sơn	0,44	0,52	0,08
5	Minh Long	0,58	0,65	0,07
6	Mộ Đức	0,52	0,59	0,07
7	Nghĩa Hành	0,57	0,64	0,07
8	Sơn Hà	0,59	0,66	0,07
9	Sơn Tây	0,57	0,63	0,06
10	Sơn Tịnh	0,55	0,61	0,06
11	Tây Trà	0,57	0,65	0,08
12	TP Quảng Ngãi	0,57	0,61	0,04
13	Trà Bồng	0,58	0,65	0,08

TT	Huyện	ANN nước chưa áp dụng các giải pháp	ANN nước có áp dụng các giải pháp	Mức chênh
14	Tur Nghĩa	0,55	0,62	0,07
	<b>CẢ TỈNH</b>	<b>0,55</b>	<b>0,62</b>	<b>0,07</b>

Về mức thay đổi an ninh nước từ mức trung bình lên mức cao có tất cả 10 huyện gồm: Ba Tư (từ 0,59 lên 0,66), Minh Long (từ 0,58 lên 0,65), Nghĩa Hành (từ 0,57 lên 0,64), Sơn Hà (từ 0,59 lên 0,66), Sơn Tây (từ 0,57 lên 0,63), Sơn Tịnh (từ 0,55 lên 0,61), Tây Trà (từ 0,57 lên 0,65), thành phố Quảng Ngãi (từ 0,57 lên 0,61), Trà Bồng (từ 0,58 lên 0,62) và Tur Nghĩa (từ 0,55 lên 0,62) (Hình 3.18).



**Hình 3.18. So sánh chỉ số an ninh nước giữa có giải pháp và không có giải pháp**

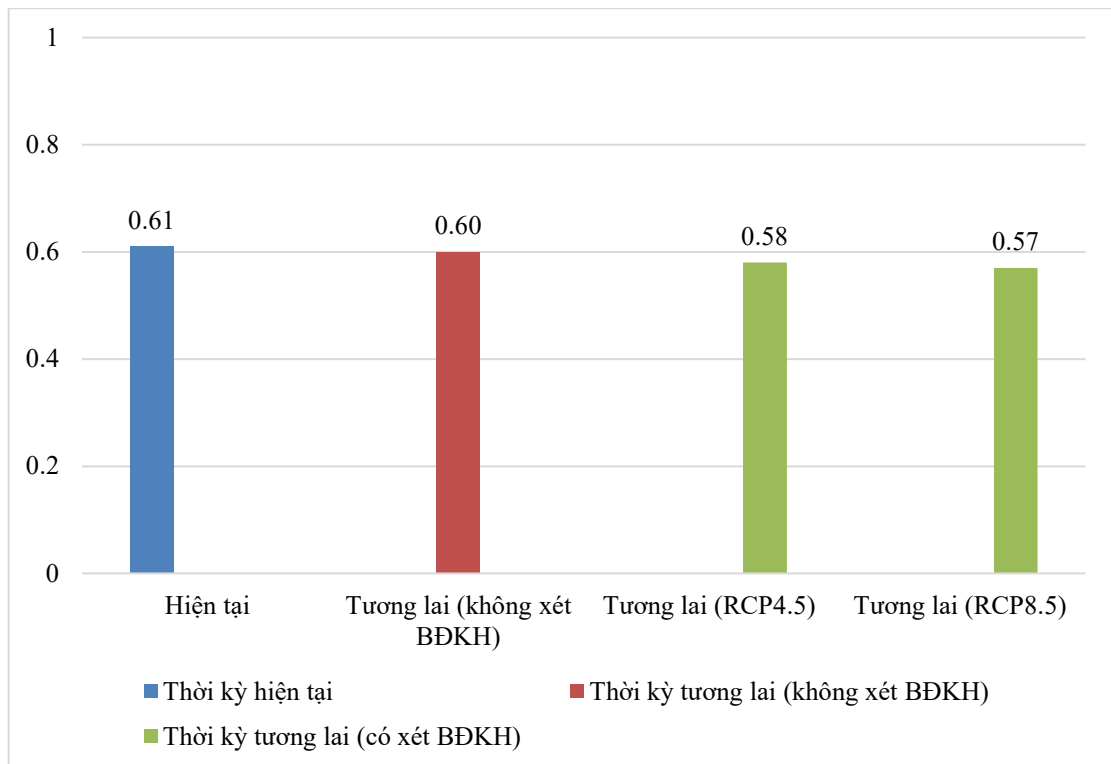
### 3.4. Tiểu kết Chương 3

#### 3.4.1. Kết quả tính toán an ninh nước

Áp dụng các phương pháp và sử dụng các số liệu trình bày trong Chương 2, tác giả đã tính toán an ninh nước tỉnh Quảng Ngãi theo 02 giai đoạn là hiện tại và

tương lai (2046 - 2065). Trong giai đoạn tương lai, đã tính toán cho hai điều kiện gồm không xét đến biến đổi khí hậu và có xét đến biến đổi khí hậu.

Từ kết quả tính toán và phân tích có thể nhận định rằng mức độ an ninh nước của tỉnh Quảng Ngãi sẽ bị suy giảm trong tương lai, biến đổi khí hậu có tác động đến vấn đề an ninh nước của tỉnh Quảng Ngãi, kịch bản biến đổi khí hậu cao tác động mạnh hơn so với kịch bản trung bình, thể hiện qua các chỉ số an ninh nước như sau: (1) Chỉ số an ninh nước ở các thời kỳ trong tương lai đều thấp hơn so với thời kỳ hiện tại; (2) Chỉ số an ninh nước ở tương lai khi có xét đến biến đổi khí hậu thấp hơn so với chỉ số không có biến đổi khí hậu; (3) Chỉ số an ninh nước theo kịch bản RCP8.5 thấp hơn so với kịch bản RCP4.5 ở cùng thời kỳ 2046 – 2065 (Hình 3.19).



**Hình 3.19. So sánh mức độ an ninh nước giữa các thời kỳ và các kịch bản**

#### **3.4.2. Giải pháp đảm bảo và tăng cường an ninh nước cho Quảng Ngãi**

Căn cứ vào các yếu tố gây mất an ninh nước được phân tích ở Chương 1 và Chương 2, kết quả đánh giá an ninh nước ở Quảng Ngãi tại Chương này

và tình hình thực tiễn (đặc biệt là nguồn lực) tại Quảng Ngãi, để cải thiện được tình trạng an ninh nước ở Quảng Ngãi thì cần phải thực hiện đồng bộ các giải pháp sau:

(1) Giải pháp duy trì và cải thiện diện tích rừng - mục tiêu duy trì được độ che phủ như hiện tại;

(2) Giải pháp quản lý và xử lý nước thải - mục tiêu là 100% nước thải được thu gom, xử lý trước khi chảy ra ao hồ, sông suối;

(3) Giải pháp đảm bảo dân số Quảng Ngãi ở mức phù hợp cả về số lượng lẫn cơ cấu - mục tiêu duy trì ở mức sinh hiện tại;

(4) Giải pháp đảm bảo nhu cầu nước cho sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp, dịch vụ - mục tiêu là 100% được đảm bảo nhu cầu cả về số lượng và chất lượng;

(5) Giải pháp tổng thể nhằm nâng cao thu nhập, cải thiện đời sống của nhân dân - mục tiêu đạt 4.400USD/người/năm đến năm 2030, định hướng đạt 33.400USD/người/năm đến năm 2050 theo Nghị quyết Đại hội Đảng bộ tỉnh Quảng Ngãi lần thứ XX.

Khi tất cả các giải pháp nêu trên được thực thi đồng bộ, đạt hiệu quả thì chỉ số an ninh nước được cải thiện đáng kể, từ mức an ninh nước trung bình lên mức an ninh nước cao (0,55 lên 0,62, đạt mức chênh 0,07).

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. Kết luận

- *Bộ chỉ số đánh giá an ninh nước của Quảng Ngãi*: Qua phân tích, đánh giá các nghiên cứu trong và ngoài nước về an ninh nước, có thể thấy khoảng trống nghiên cứu về an ninh nước xây dựng và áp dụng bộ chỉ số đánh giá an ninh nước trong điều kiện hiện tại và theo các kịch bản biến đổi khí hậu. Luận án đã xây dựng được phương pháp luận và bộ chỉ số đánh giá an ninh nước gồm 4 hợp phần (17 chỉ số thành phần) là: (1) hệ sinh thái; (2) thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước; (3) kinh tế - xã hội; (4) tài nguyên nước và con người. Bốn hợp phần này bao hàm đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ an ninh nước, kể cả yếu tố về biến đổi khí hậu. Bộ chỉ số này có thể áp dụng được ở các địa phương khác.

- *Vấn đề an ninh nước ở Quảng Ngãi trong hiện tại*: An ninh nước ở Quảng Ngãi đang có nhiều rủi ro bị suy giảm. Cụ thể: thiếu nguồn cung cấp nước và gia tăng nhu cầu sử dụng nước cho các ngành, điển hình là nước sử dụng cho nông nghiệp và sinh hoạt; ô nhiễm nước do xả thải trực tiếp nước chưa qua xử lý vào các nguồn nước chính. Ngoài ra còn có một số yếu tố tác động gián tiếp như thu nhập bình quân đầu người còn thấp dẫn đến khả năng tiếp cận nguồn nước sạch, đảm bảo tiêu chuẩn còn hạn chế; tác động của biến đổi khí hậu đến an ninh nước nói riêng và các vấn đề môi trường - kinh tế - xã hội nói chung.

- *An ninh nước ở Quảng Ngãi trong tương lai*: Mức độ an ninh nước của tỉnh Quảng Ngãi sẽ bị suy giảm trong tương lai. Biến đổi khí hậu có tác động đến vấn đề an ninh nước của tỉnh Quảng Ngãi, kịch bản cao có tác động mạnh hơn so với kịch bản trung bình. Các chỉ số an ninh nước cho các thời kỳ cho thấy: (1) Chỉ số an ninh nước ở các thời kỳ trong tương lai đều thấp hơn so với thời kỳ hiện tại;

(2) Chỉ số an ninh nước ở tương lai khi có xét đến biến đổi khí hậu thấp hơn so với chỉ số không có biến đổi khí hậu; (3) Chỉ số an ninh nước theo kịch bản RCP8.5 thấp hơn so với kịch bản RCP4.5 ở cùng thời kỳ 2046 – 2065.

- *Các giải pháp được đề xuất nhằm bảo đảm an ninh nước cho Quảng Ngãi:* Từ kết quả tính toán, phát hiện vấn đề an ninh nước của Quảng Ngãi ở hiện tại, trong tương lai và phân tích các điều kiện cụ thể của Quảng Ngãi, một số giải pháp cụ thể được Luận án kiến nghị áp dụng, bao gồm: (1) Duy trì và cải thiện diện tích rừng - mục tiêu duy trì được độ che phủ như hiện tại; (2) Quản lý và xử lý nước thải - mục tiêu là 100% nước thải được thu gom, xử lý trước khi chảy ra ao hồ, sông suối; (3) Đảm bảo dân số Quảng Ngãi ở mức phù hợp cả về số lượng lẫn cơ cấu - mục tiêu duy trì ở mức sinh hiện tại; (4) Đảm bảo nhu cầu nước cho sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp, dịch vụ - mục tiêu là 100% được đảm bảo nhu cầu cả về số lượng và chất lượng; (5) Nâng cao thu nhập, cải thiện đời sống của nhân dân - mục tiêu đạt 4.400USD/người/năm đến năm 2030, định hướng đạt 33.400USD/người/năm đến năm 2050 theo Nghị quyết Đại hội Đảng bộ tỉnh Quảng Ngãi lần thứ XX.

- *Hiệu quả của các giải pháp được đề xuất:* Nếu các giải pháp được thực hiện, an ninh nước của tỉnh Quảng Ngãi sẽ được đảm bảo, ngay cả đối với trường hợp có xét đến tác động của biến đổi khí hậu. Cụ thể là khi giải pháp được thực hiện: (1) chỉ số an ninh nước cả tỉnh được cải thiện đáng kể, từ mức an ninh nước trung bình lên mức an ninh nước cao (0,55 lên 0,62, đạt mức chênh 0,07); (2) chỉ số an ninh nước ở tất cả các huyện cũng được cải thiện tương tự, đạt mức tăng từ 0,04 đến 0,08 tùy từng huyện.

## **2. Kiến nghị**

Trong khuôn khổ của Luận án, do những hạn chế về thời gian và nguồn lực, luận án còn có những điểm tồn tại sau đây:

- Bộ chỉ số đánh giá an ninh nước chưa thực sự toàn diện do có nhiều chỉ số cần nhiều số liệu nhưng khó thu thập. Ví như các số liệu về ô nhiễm nước, nước thải, nước dưới đất.

- Chưa tính toán được trọng số của các chỉ số cũng như nhóm chỉ số đánh giá an ninh nước, điều này dẫn đến việc chưa sắp xếp được cấp độ chỉ số thành phần nào tác động đến chỉ số an ninh nước cuối cùng nhiều hay ít.

- Chỉ số thành phần đầu vào liên quan đến nhiều ngành, lĩnh vực, số liệu tính toán cho cả giai đoạn gần 100 năm, phải chia ra các thời kỳ, nên một số chỉ số dùng mô hình để tính toán hoặc ngoại suy. Mặc dù trên thực tế, Quảng Ngãi là địa phương có bộ số liệu phong phú, được thu thập bài bản, cập nhập thường xuyên, định kỳ hơn so với nhiều tỉnh khác.

- Chưa xây dựng hàm phân bố tin cậy mà sử dụng thang điểm đều nhau để phân chia cấp độ an ninh nước.

Những tồn tại nêu trên của luận án có thể là chủ đề cho các hướng nghiên cứu tiếp theo, tập trung vào:

- Nghiên cứu xác định tất cả các chỉ số tác động đến an ninh nước hiện nay tại Việt Nam (gồm cả các tỉnh), qua đó đánh giá được an ninh nước Việt Nam và các tỉnh, đảm bảo tính thực tiễn, thời sự.

- Nghiên cứu trọng số hóa các chỉ số và nhóm chỉ số để nâng cao khả năng áp dụng thực tiễn khi sử dụng bộ chỉ số đánh giá an ninh nước;

- Nghiên cứu xây dựng hệ thống thu thập và bộ công cụ ước tính số liệu hiệu quả, sát thực tế để có kết quả đầu ra chính xác hơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), *An ninh nguồn nước phục vụ sản xuất, sinh hoạt và quản lý an toàn hồ, đập*, Báo cáo gửi Ủy ban Khoa học, Công nghệ và Môi trường Quốc hội Khóa XIV.
3. Phạm Thành Dung (2014), *An ninh nguồn nước - vấn đề an ninh phi truyền thống*, Tạp chí Giáo dục lý luận số 220.
4. Nguyễn Đức Hải (2015), *Phát triển và ứng dụng một khung đánh giá an ninh nguồn nước cho thành phố Hà Nội*.
5. Vũ Trọng Hồng (2015), *An ninh nguồn nước - 7 thách thức nổi bật*, Bản tin Chính sách Tài nguyên – Môi trường - Phát triển bền vững, số 18, quý 2, trang 3-4.
6. Lê Bắc Huỳnh (2013), *Suy giảm tài nguyên nước và nguy cơ mất an ninh nguồn nước ở Việt Nam*, Tạp chí Nhịp cầu Trí thức, số 4, NXB Chính trị Quốc Gia.
7. Huỳnh Thị Lan Hương (2015), *Nghiên cứu những tác động biến đổi khí hậu đối với tỉnh Quảng Ngãi; các giải pháp thích ứng và ứng phó*.
8. Nguyễn Trúc Lê, Nguyễn Mạnh Cường (2016), *Nghiên cứu xây dựng mô hình đảm bảo an ninh nguồn nước - áp dụng thử nghiệm đối với việc sử dụng nước cho thủy điện trên dòng chính sông Đà*.
9. Nguyễn Thị Mùi (2019), *Nghiên cứu an ninh nguồn nước cho phát triển bền vững lưu vực sông Mã*, Luận án tiến sĩ Đại học Thủy lợi.
10. Ngân hàng Phát triển Châu Á (2013), *Triển vọng phát triển nước châu Á 2013 - Đánh giá an ninh nước tại châu Á - Thái Bình Dương*.

11. Ngân hàng Thế giới (2013), *Việt Nam: Hướng tới một hệ thống nước có tính thích ứng, sạch và an toàn*.
12. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Ngãi (2019), *Báo cáo kết quả Quan trắc môi trường trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi đợt 1 và đợt 2 năm 2019*.
13. Ngô Trọng Thuận, Ngô Sỹ Giai (2015), *Một chỉ số đánh giá mức độ phát triển giữa các vùng*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 650, 22-25.
14. Phạm Thanh Tuấn, Mai Thanh Dung, Nguyễn Mạnh Khải, Nguyễn Thùy Linh, Nguyễn Như Dũng, Phạm Thị Thúy, (2017), *Tính toán cân bằng nước nhằm đánh giá nhu cầu sử dụng nước và lượng nước thải phát sinh theo nhóm ngành nghề trong khu công nghiệp*, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, tập 20 số M1-2017, trang 79-89.
15. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2020), Tờ trình Đề án “*An ninh nguồn nước và an toàn đập, hồ chứa nước giai đoạn 2021 – 2030, tầm nhìn đến năm 2045*”.
16. Ủy ban Khoa học, Công nghệ và Môi trường Quốc hội Khóa XIV (2020), *Báo cáo số 1832/BC-UBKHCNMT14 về Kết quả giám sát an ninh nguồn nước phục vụ sản xuất, sinh hoạt và quản lý an toàn hồ, đập*.
17. Quốc hội Khóa XIV (2020), *Nghị quyết số 124/2020/QH14 ngày 11/11/2020 về Kế hoạch phát triển kinh tế-xã hội năm 2021*.
18. Ủy ban Nhân dân tỉnh Quảng Ngãi (2020), *Báo cáo công tác chỉ đạo ứng phó và tình hình thiệt hại do bão số 9 gây ra trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi*.
19. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), *Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng*.

## Tiếng Anh

20. ADB (2016), *Asian water development outlook: strengthening water security in Asia & the Pacific*, Asian Development Bank, 2016.
21. ADB (2019), *Asian water development outlook: strengthening disaster resilience*, Asian Development Bank, 2019.
22. ADB (2020), *Asian water development outlook: advancing water security across Asia & the Pacific*, Asian Development Bank, 2020.
23. Bogardi J. J., Dudgeon D., Lawford R., Flinkerbusch E., Meyn A., PahlWostl C., Vielhauer K., Vörösmarty C. (2012), *Water security for a planet under pressure: interconnected challenges of a changing world call for sustainable solutions*, Current Opinion in Environmental Sustainability, volume 4, number 1, 35-43.
24. Chu H. C., Hwang G. J. (2007), *A Delphi-based approach to developing expert systems with the cooperation of multiple experts*.
25. Deng J.L. (1984), *Social-economic theory and method of grey system*, Soc Sci China 6:47–60.
26. FAO (2012), *Coping with Water Scarcity: An action framework for agriculture and food security*, FAO Water Reports 38.
27. Gau W.L., Buehrer D.J. (1993), *Vague sets*, IEEE Trans Syst Man Cybern Syst 23:610–614.
28. Grey D., Sadoff C. W. (2007), *Sink or Swim? Water security for growth and development*, Water policy, vol, 9, pp, 545-571.
29. GWP (2014), *Assessing water security with appropriate indicators*, Proceedings from the GWP workshop.
30. Hassan T. A., Lars R., Franz-Bernd F., Jamal S. (2019), *Urban Water Security: Definition and Assessment Framework*.

31. He Y. X., Dai A.Y., Zhu J., He H.Y., Li F.R. (2011), *Risk assessment of urban network planning in china based on the matter-element model and extension analysis*, Int J Electr Power 33:775–782, doi:10.1016/j.ijepes,2010,12,037.
32. Hwang C. L., Yoon K. (1981), *Multiple attribute decision making method and applications*, Springer, New York.
33. Iyengar N. S., Sudarshan P. (1982), *A Method of Classifying Regions from Multivariate Data*, Economic and Political Weekly, Special Article: 2048-52.
34. Kompas T., Ha P. V., Che T.N. (2018), *The Effects of Climate Change on GDP by Country and the Global Economic Gains From Complying With the Paris Climate Accord*.
35. Lozet F., Edou K. (2013), *Water and Environmental Security for Conflict Prevention in Times of Climate Change*.
36. Lourenzutti R., Krohling R. A. (2014), *The Hellinger distance in multicriteria decision making: an illustration to the TOPSIS and TODIM methods*, Expert Syst Appl 41:4414–4421, doi:10.1016/j.eswa,2014,01,015.
37. Ludwig R. (2011), *Towards an inter-disciplinary research agenda on climate change, water and security in Southern Europe and neighboring countries*, Environmental Science & Policy, vol, 14, pp, 794-803.
38. Mehr S. (2011), *Integrated framework for assessment of water security*, Master research study No,WM-10-01, Asian Institute of Technology, Bangkok: Asian Institute of Technology.
39. OECD (2013), *Water security for better lives, in a summary for policymakers*, Stockholm.

40. Satoh Y., Kahil T., Byers E., Burek P., Fischer G., Tramberend S., Greve P., Flörke M. (2017), *Multi-model and multi-scenario assessments of Asian water futures: the Water Futures and Solutions (WFaS) initiative*, *Earth's Future* 5 (7): 823-852.
41. Tang H., Du F. X. (2006), *Application of fuzzy matter-element model based on entropy in comprehensive evaluation of water resources bearing capacity*, *China Rural Water Hydropower* 12:36–39.
42. UN-Water (2013), *Water Security & the Global Water Agenda A UN-Water Analytical Brief*.
43. UNDP (2006), *Human Development Report*.
44. Vorosmarty C. J. (2010), *Global threats to human water security and river biodiversity*, *Nature*, vol, 467, pp, 555-561.
45. Wang Q. S., Yuan X. L., Ma C. Y., Zhang Z., Zuo J. (2012), *Research on the impact assessment of urbanization on air environment with urban environmental entropy model: a case study*, *Stoch Environ Res Risk Assess* 26:443–450, doi:10.1007/s00477-011-0493-5.
46. Wang X. J. (2012), *Catastrophe theory to assess water security and adaptation strategy in the context of environmental change*, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global change*, vol, 19, pp, 463-477.
47. Wang Z. J., Wang Q., Ai T. (2014), *Comparative study on effects of binders and curing ages on properties of cement emulsified asphalt mixture using gray correlation entropy analysis*, *Constr Build Mater* 54:615–622, doi:10.1016/j.conbuildmat.2013.12.093.
48. WaterAid (2012), *Water security framework*.
49. Wu Y. N., Yang Y. S., Feng T. T., Kong L., Liu W., Fu L. J. (2013), *Macrosite selection of wind/solar hybrid power station based on ideal*

- matter-element model*, Int J Electr Power 50:76–84, doi:10.1016/j.ijepes,2013,02,024.
50. Xiaoli J., Chunhui L., Yanpeng C., Xuan W., Lian S. (2015), *An improved method for integrated water security assessment in the Yellow River basin*, China.
  51. Ye J. (2007), *Improved method of multicriteria fuzzy decision-making based on vague sets*, Comput Aided Des 39:164–169, doi:10.1016/j.cad,2006,11,005.

## DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

1. Bùi Đức Hiếu, Tạ Đình Thi, Huỳnh Thị Lan Hương, Đào Minh Trang (2018), “An ninh nguồn nước và những thách thức đối với an ninh nguồn nước ở Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu*, Số 8 - Tháng 12/2018.
2. Huỳnh Thị Lan Hương, Bui Duc Hieu, Nguyen Thi Lieu, Dang Quang Thinh, Nguyen Dinh Hoang (2020), “Assessment of climate change risks on surface water resources for Quang Ngai province”, *Disaster Advances*, Vol. 13 (7) July (2020) (Scopus Index Journal, Impact factor 0.23, Citescore: 0.4, Quartile 4).
3. Bùi Đức Hiếu, Huỳnh Thị Lan Hương, Nguyễn Thị Liễu, Đặng Quang Thịnh, Bé Ngọc Diệp (2020), “Nghiên cứu đánh giá rủi ro đến tài nguyên nước mặt do biến đổi khí hậu; áp dụng cho tỉnh Quảng Ngãi”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Số tháng 3/2020.
4. Bùi Đức Hiếu, Tạ Đình Thi, Huỳnh Thị Lan Hương, Đặng Quang Thịnh, Nguyễn Văn Đại, Nguyễn Thị Liễu, Nguyễn Anh Tuấn (2021), “Đánh giá an ninh nước tỉnh Quảng Ngãi trong bối cảnh biến đổi khí hậu”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 729, trang 79-90. DOI: 10.36335/VNJHM.2021(729).79-90.
5. Bui Duc Hieu, Ta Dinh Thi, Nguyen Dang Huy Anh, Nguyen Anh Tuan (2021), “Effectiveness of measures to improve water security in Quang Ngai province in the context of climate change”, *Journal of Climate change Science*, No 19/2021, page 1-9.

## PHỤ LỤC

### PHỤ LỤC 1. NỘI DUNG ĐIỀU TRA KHẢO SÁT

**Bảng PL.1. Các nội dung khảo sát thực địa tại Quảng Ngãi**

TT	Đơn vị	Tài liệu cần thu thập, kế hoạch điều tra, phỏng vấn
1	<b>Sở Nông nghiệp và PTNT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Các báo cáo và bản đồ về hiện trạng và quy hoạch ngành nông nghiệp, kế hoạch phát triển ngành nông nghiệp trong 5 năm hàng năm của ngành nông nghiệp;</li> <li>- Báo cáo và bản đồ hiện trạng và quy hoạch phát triển thủy lợi tỉnh;</li> <li>- Các số liệu thống kê về hoạt động sản xuất nông nghiệp trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi trong vòng 10 năm trở lại đây;</li> <li>- Báo cáo tổng kết tình hình sản xuất nông nghiệp các năm từ 2010-2018;</li> <li>- Nhu cầu sử dụng nước trong hoạt động sản xuất nông nghiệp (các cây trồng và vật nuôi cụ thể)</li> <li>- Phỏng vấn với 10 cán bộ của Sở.</li> </ul>
2	<b>Sở Tài nguyên và Môi trường</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu tỉnh Quảng Ngãi;</li> <li>- Các báo cáo và bản đồ về hiện trạng và quy hoạch sử dụng đất tỉnh Quảng Ngãi;</li> <li>- Bản đồ hành chính mới nhất tỉnh Quảng Ngãi;</li> <li>- Báo cáo quy hoạch tài nguyên nước tỉnh Quảng Ngãi;</li> <li>- Các số liệu về khí tượng, thủy văn tỉnh Quảng Ngãi trong vòng 10 năm trở lại đây;</li> <li>- Tỷ lệ hộ dân được cung cấp nước sạch trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi;</li> <li>- Các thông tin về xâm nhập mặn, hạn hán, lũ lụt và ảnh hưởng đến hoạt động kinh tế - xã hội tỉnh Quảng Ngãi (nếu có);</li> <li>- Các tài liệu về sử dụng nước sạch trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi;</li> <li>- Phỏng vấn với 10 cán bộ của Sở.</li> </ul>
3	<b>Sở Kế hoạch và Đầu tư</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Các báo cáo quy hoạch, kế hoạch phát triển tổng thể kinh tế - xã hội của tỉnh;</li> <li>- Niên giám thống kê tỉnh Quảng Ngãi từ 2010-2018 (hoặc các báo cáo thống kê Nông nghiệp của tỉnh).</li> <li>- Các dự án đầu tư liên quan đến xây dựng các nhà máy, KCN, cụm công nghiệp</li> <li>- Phỏng vấn 05 cán bộ của Sở.</li> </ul>
5	<b>Sở khoa học và công nghệ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kết quả triển khai các chương trình khoa học công nghệ liên quan đến lĩnh vực tài nguyên nước mặt, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi giai đoạn 2010-2018 (hệ thống cấp nước sạch, phát triển thủy lợi, quản lý và sử dụng nước trong sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp, dịch vụ)</li> <li>- Phỏng vấn với 05 cán bộ của Sở.</li> </ul>
6	<b>Sở Công thương</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Các báo cáo về hiện trạng và quy hoạch ngành công nghiệp tỉnh Quảng Ngãi, bản đồ quy hoạch ngành công nghiệp tỉnh Quảng Ngãi;</li> </ul>

TT	Đơn vị	Tài liệu cần thu thập, kế hoạch điều tra, phỏng vấn
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Số liệu thống kê ngành công nghiệp tỉnh Quảng Ngãi trong 10 năm trở lại đây (số liệu về các khu công nghiệp, các nhà máy, cụm công nghiệp và Dân số hoạt động trong sản xuất ngành công nghiệp tỉnh Quảng Ngãi (các khu công nghiệp, các nhà máy, cụm công nghiệp));</li> <li>- Vấn đề sử dụng tài nguyên nước mặt trong sản xuất ngành công nghiệp tỉnh Quảng Ngãi (các khu công nghiệp, các nhà máy, cụm công nghiệp);</li> <li>- Nhu cầu sử dụng nước trong hoạt động công nghiệp tại (các khu công nghiệp, các nhà máy, cụm công nghiệp);</li> <li>- Phỏng vấn với 05 cán bộ của Sở.</li> </ul>
7	<b>Các Sở Tài chính; Sở Văn hóa, thể thao và du lịch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phỏng vấn 05 cán bộ của mỗi Sở.</li> </ul>
8	<b>UNND các huyện</b>	<p><b>1. Phòng Kinh tế, hạ tầng nông thôn:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Các báo cáo về hiện trạng và quy hoạch ngành nông nghiệp huyện;</li> <li>- Báo cáo về hiện trạng và quy hoạch phát triển thủy lợi của huyện;</li> <li>- Các số liệu thống kê về hoạt động sản xuất nông nghiệp trên địa bàn huyện trong vòng 10 năm trở lại đây;</li> <li>- Niên giám thống kê huyện từ 2010-2018.</li> <li>- Báo cáo về tình hình thiên tai và khí hậu trên địa bàn huyện trong 10 năm trở lại đây;</li> <li>- Phỏng vấn 05 cán bộ của huyện.</li> </ul> <p><b>2. UBND xã (nhờ huyện giới thiệu đến 1 xã điển hình)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Phỏng vấn 05 cán bộ của xã</li> </ul>

## PHỤ LỤC 2. TÍNH TOÁN CÁC CHỈ SỐ THÀNH PHẦN VÀ CHỈ SỐ AN NINH NƯỚC

### Bảng PL.2. Kết quả tính chỉ số ô nhiễm cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Tổng lượng dòng chảy đến W (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Nhu cầu nước cả năm Wsd,năm (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Nhu cầu nước mùa cạn Wsd,cạn (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Nhu cầu nước mùa lũ Wsd,lũ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Tỉ lệ ô nhiễm (%)			Chỉ số ô nhiễm		
			Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Nông nghiệp	Công nghiệp	Sinh hoạt	Nông nghiệp	Công nghiệp	Sinh hoạt	Nông nghiệp	Công nghiệp	Sinh hoạt	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ
<b>Giai đoạn hiện tại</b>																				
1	Ba Tơ	113806	3840	1180	2660	34,45	3,56	1,70	26,86	2,66	1,27	7,60	0,90	0,43	0,38	0,95	0,13	0,996	0,991	0,999
2	Bình Sơn	46685	2215	806	1410	68,14	50,32	4,69	52,95	37,64	3,51	15,19	12,68	1,18	2,91	6,06	1,11	0,971	0,939	0,989
3	Đức Phổ	37328	1144	331	813	65,66	5,88	3,78	52,37	4,39	2,82	13,29	1,48	0,95	2,40	6,49	0,73	0,976	0,935	0,993
4	Lý Sơn	1040	12	4,67	6,88		0,00	0,53			0,39			0,13	3,64	6,73	1,54	0,964	0,933	0,985
5	Minh Long	23719	631	214	417	8,28	0,00	0,48	6,29	0,00	0,36	1,99	0,00	0,12	0,45	1,01	0,17	0,995	0,990	0,998
6	Mộ Đức	21387	1423	446	977	67,63	2,92	3,45	54,02	2,18	2,58	13,62	0,74	0,87	1,78	4,49	0,55	0,982	0,955	0,995
7	Nghĩa Hành	23458	2577	825	1753	39,84	1,21	2,47	31,35	0,91	1,85	8,49	0,31	0,62	0,58	1,41	0,19	0,994	0,986	0,998
8	Sơn Hà	72817	7523	2475	5048	30,84	0,17	2,11	23,49	0,13	1,58	7,36	0,04	0,53	0,15	0,34	0,05	0,999	0,997	0,999
9	Sơn Tây	38563	2234	763	1471	3,69	0,00	0,50	1,88	0,00	0,38	1,81	0,00	0,13	0,07	0,11	0,04	0,999	0,999	1,000
10	Sơn Tịnh	24413	3734	1242	2492	55,54	11,27	2,42	44,47	8,43	1,81	11,07	2,84	0,61	0,74	1,73	0,24	0,993	0,983	0,998
11	Tây Trà	33910	1548	574	973	1,35	0,00	0,52	0,78	0,00	0,39	0,56	0,00	0,13	0,05	0,10	0,03	0,999	0,999	1,000
12	TP Quảng Ngãi	15742	7523	2470	5053	34,78	10,32	8,66	27,97	7,72	6,48	6,82	2,60	2,18	0,34	0,80	0,12	0,997	0,992	0,999
13	Trà Bồng	42124	1245	461	784	7,02	0,00	1,04	5,15	0,00	0,78	1,87	0,00	0,26	0,24	0,47	0,10	0,998	0,995	0,999
14	Tư Nghĩa	20550	4497	1468	3029	55,20	0,63	3,58	44,75	0,47	2,68	10,46	0,16	0,90	0,44	1,09	0,13	0,996	0,989	0,999
<b>Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP4.5</b>																				
1	Ba Tơ	113806	1043	365	679	35,31	3,56	2,42	28,47	2,66	1,81	6,84	0,90	0,61	1,47	3,32	0,48	0,985	0,967	0,995
2	Bình Sơn	46685	820	329	491	67,69	50,32	5,16	53,83	37,64	3,86	13,86	12,68	1,30	7,89	15,01	3,13	0,921	0,850	0,969
3	Đức Phổ	37328	518	180	338	67,56	5,88	4,07	55,03	4,39	3,04	12,54	1,48	1,03	5,45	12,45	1,71	0,946	0,875	0,983
4	Lý Sơn	1040	14	4,76	9,03		0,00	0,67			0,50			0,17	3,90	8,46	1,50	0,961	0,915	0,985
5	Minh Long	23719	236	94	142	8,57	0,00	0,66	6,72	0,00	0,49	1,85	0,00	0,17	1,32	2,57	0,49	0,987	0,974	0,995
6	Mộ Đức	21387	487	163	324	69,44	2,92	3,61	56,61	2,18	2,70	12,84	0,74	0,91	5,35	12,82	1,59	0,947	0,872	0,984
7	Nghĩa Hành	23458	782	253	529	40,94	1,21	2,71	33,34	0,91	2,02	7,59	0,31	0,68	1,97	4,88	0,58	0,980	0,951	0,994
8	Sơn Hà	72817	2541	1026	1515	31,80	0,17	2,70	25,00	0,13	2,02	6,79	0,04	0,68	0,47	0,90	0,17	0,995	0,991	0,998

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Tổng lượng dòng chảy đến W (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Nhu cầu nước cả năm Wsd,năm (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Nhu cầu nước mùa cạn Wsd,cạn (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Nhu cầu nước mùa lũ Wsd,lũ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Tỉ lệ ô nhiễm (%)			Chỉ số ô nhiễm		
			Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Nông nghiệp	Công nghiệp	Sinh hoạt	Nông nghiệp	Công nghiệp	Sinh hoạt	Nông nghiệp	Công nghiệp	Sinh hoạt	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ
9	Sơn Tây	38563	868	347	521	3,69	0,00	0,62	1,91	0,00	0,47	1,78	0,00	0,16	0,19	0,27	0,13	0,998	0,997	0,999
10	Sơn Tĩnh	24413	1334	537	797	56,21	11,27	2,54	46,04	8,43	1,90	10,17	2,84	0,64	2,09	4,11	0,73	0,979	0,959	0,993
11	Tây Trà	33910	316	109	207	1,33	0,00	0,69	0,81	0,00	0,52	0,52	0,00	0,17	0,30	0,60	0,14	0,997	0,994	0,999
12	TP Quảng Ngãi	15742	2558	995	1563	35,27	10,32	10,57	29,02	7,72	7,90	6,25	2,60	2,66	1,07	2,13	0,39	0,989	0,979	0,996
13	Trà Bồng	42124	629	276	353	7,06	0,00	1,43	5,32	0,00	1,07	1,75	0,00	0,36	0,52	0,89	0,23	0,995	0,991	0,998
14	Tư Nghĩa	20550	1499	572	927	56,04	0,63	4,00	46,47	0,47	2,99	9,57	0,16	1,01	1,37	2,92	0,41	0,986	0,971	0,996
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP8.5																				
1	Ba Tơ	113806	1048	326	723	38,30	3,56	2,42	31,65	2,66	1,81	6,65	0,90	0,61	1,55	4,01	0,44	0,984	0,960	0,996
2	Bình Sơn	46685	849	304	546	66,60	50,32	5,16	53,40	37,64	3,86	13,20	12,68	1,30	7,58	16,21	2,78	0,924	0,838	0,972
3	Đức Phổ	37328	570	178	392	72,82	5,88	4,07	60,38	4,39	3,04	12,45	1,48	1,03	5,23	13,49	1,46	0,948	0,865	0,985
4	Lý Sơn	1040	14	5,20	9,06		0,00	0,67			0,50			0,17	3,77	7,74	1,50	0,962	0,923	0,985
5	Minh Long	23719	232	80	152	9,48	0,00	0,66	7,69	0,00	0,49	1,79	0,00	0,17	1,45	3,36	0,44	0,985	0,966	0,996
6	Mộ Đức	21387	513	153	360	74,88	2,92	3,61	62,13	2,18	2,70	12,74	0,74	0,91	5,39	14,71	1,43	0,946	0,853	0,986
7	Nghĩa Hành	23458	807	230	577	34,56	1,21	2,71	27,25	0,91	2,02	7,31	0,31	0,68	1,67	4,57	0,52	0,983	0,954	0,995
8	Sơn Hà	72817	2496	911	1585	35,22	0,17	2,70	28,66	0,13	2,02	6,56	0,04	0,68	0,52	1,13	0,16	0,995	0,989	0,998
9	Sơn Tây	38563	860	309	551	3,51	0,00	0,62	1,85	0,00	0,47	1,66	0,00	0,16	0,18	0,30	0,11	0,998	0,997	0,999
10	Sơn Tĩnh	24413	1324	481	842	59,77	11,27	2,54	49,99	8,43	1,90	9,78	2,84	0,64	2,19	4,83	0,68	0,978	0,952	0,993
11	Tây Trà	33910	332	107	225	1,29	0,00	0,69	0,78	0,00	0,52	0,51	0,00	0,17	0,28	0,60	0,13	0,997	0,994	0,999
12	TP Quảng Ngãi	15742	2557	899	1658	37,56	10,32	10,57	31,55	7,72	7,90	6,01	2,60	2,66	1,09	2,44	0,36	0,989	0,976	0,996
13	Trà Bồng	42124	644	240	404	8,19	0,00	1,43	6,47	0,00	1,07	1,72	0,00	0,36	0,56	1,16	0,20	0,994	0,988	0,998
14	Tư Nghĩa	20550	1498	513	985	59,85	0,63	4,00	50,64	0,47	2,99	9,21	0,16	1,01	1,45	3,50	0,38	0,986	0,965	0,996
Thời kỳ 2046-2065 không xét đến biến đổi khí hậu																				
1	Ba Tơ	113806	3840	1180	2660	21,44	3,56	2,42	17,06	2,66	1,81	4,37	0,90	0,61	0,29	0,74	0,09	0,997	0,993	0,999
2	Bình Sơn	46685	2215	806	1410	44,77	50,32	5,16	32,50	37,64	3,86	12,27	12,68	1,30	2,61	5,33	1,05	0,974	0,947	0,989
3	Đức Phổ	37328	1144	331	813	70,69	5,88	4,07	58,39	4,39	3,04	12,30	1,48	1,03	2,55	7,09	0,70	0,975	0,929	0,993
4	Lý Sơn	1040	12	4,67	6,88		0,00	0,67			0,50			0,17	4,66	8,62	1,97	0,953	0,914	0,980

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Tổng lượng dòng chảy đến W ( $10^6 \text{ m}^3$ )			Nhu cầu nước cả năm Wsd,năm ( $10^6 \text{ m}^3$ )			Nhu cầu nước mùa cạn Wsd,cạn ( $10^6 \text{ m}^3$ )			Nhu cầu nước mùa lũ Wsd,lũ ( $10^6 \text{ m}^3$ )			Tỉ lệ ô nhiễm (%)			Chỉ số ô nhiễm		
			Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Nông nghiệp	Công nghiệp	Sinh hoạt	Nông nghiệp	Công nghiệp	Sinh hoạt	Nông nghiệp	Công nghiệp	Sinh hoạt	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ
5	Minh Long	23719	631	214	417	5,78	0,00	0,66	4,22	0,00	0,49	1,56	0,00	0,17	0,36	0,78	0,14	0,996	0,992	0,999
6	Mộ Đức	21387	1423	446	977	70,59	2,92	3,61	58,01	2,18	2,70	12,57	0,74	0,91	1,85	4,78	0,52	0,981	0,952	0,995
7	Nghĩa Hành	23458	2577	825	1753	34,49	1,21	2,71	27,57	0,91	2,02	6,92	0,31	0,68	0,52	1,29	0,16	0,995	0,987	0,998
8	Sơn Hà	72817	7523	2475	5048	24,18	0,17	2,70	17,77	0,13	2,02	6,41	0,04	0,68	0,13	0,28	0,05	0,999	0,997	1,000
9	Sơn Tây	38563	2234	763	1471	3,09	0,00	0,62	1,65	0,00	0,47	1,44	0,00	0,16	0,06	0,11	0,04	0,999	0,999	1,000
10	Sơn Tĩnh	24413	3734	1242	2492	47,04	11,27	2,54	37,55	8,43	1,90	9,49	2,84	0,64	0,67	1,57	0,23	0,993	0,984	0,998
11	Tây Trà	33910	1548	574	973	0,83	0,00	0,69	0,40	0,00	0,52	0,43	0,00	0,17	0,05	0,09	0,03	0,999	0,999	1,000
12	TP Quảng Ngãi	15742	7523	2470	5053	28,19	10,32	10,57	22,40	7,72	7,90	5,80	2,60	2,66	0,33	0,78	0,12	0,997	0,992	0,999
13	Trà Bồng	42124	1245	461	784	5,03	0,00	1,43	3,43	0,00	1,07	1,59	0,00	0,36	0,21	0,41	0,10	0,998	0,996	0,999
14	Tư Nghĩa	20550	4497	1468	3029	46,53	0,63	4,00	37,75	0,47	2,99	8,78	0,16	1,01	0,39	0,96	0,12	0,996	0,990	0,999

**Bảng PL.3. Kết quả tính chỉ số sức ép nguồn nước và chỉ số tài nguyên nước cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản**

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Tổng lượng dòng chảy đến W (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Sức ép nguồn nước (%)			Chỉ số sức ép nguồn nước			Lớp dòng chảy đến Y (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Tỉ chuẩn lớp dòng chảy đến Y (%)			Chỉ số TNN		
			Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ
<b>Giai đoạn hiện tại</b>																				
1	Ba Tơ	113806	3840	1180	2660	1,03	2,61	0,34	0,990	0,974	0,997	3,37	1,04	2,34	-67	-69	-65	0,33	0,31	0,65
2	Bình Sơn	46685	2215	806	1410	5,56	11,68	2,06	0,944	0,883	0,979	4,75	1,73	3,02	-53	-48	-55	0,47	0,52	0,55
3	Đức Phổ	37328	1144	331	813	6,58	17,99	1,93	0,934	0,820	0,981	3,06	0,89	2,18	-70	-73	-68	0,30	0,27	0,68
4	Lý Sơn	1040	12	4,67	6,88	4,55	8,41	1,93	0,954	0,916	0,981	1,11	0,45	0,66	-89	-87	-90	0,11	0,13	0,90
5	Minh Long	23719	631	214	417	1,39	3,10	0,51	0,986	0,969	0,995	2,66	0,90	1,76	-74	-73	-74	0,26	0,27	0,74
6	Mộ Đức	21387	1423	446	977	5,20	13,18	1,56	0,948	0,868	0,984	6,66	2,09	4,57	-34	-37	-32	0,66	0,63	0,32
7	Nghĩa Hành	23458	2577	825	1753	1,69	4,13	0,54	0,983	0,959	0,995	10,99	3,52	7,47	9	5	11	1,00	1,00	0,00
8	Sơn Hà	72817	7523	2475	5048	0,44	1,02	0,16	0,996	0,990	0,998	10,33	3,40	6,93	2	2	3	1,00	1,00	0,00
9	Sơn Tây	38563	2234	763	1471	0,19	0,30	0,13	0,998	0,997	0,999	5,79	1,98	3,81	-43	-41	-44	0,57	0,59	0,44
10	Sơn Tịnh	24413	3734	1242	2492	1,85	4,40	0,58	0,981	0,956	0,994	15,29	5,09	10,21	52	53	51	1,00	1,00	0,00
11	Tây Trà	33910	1548	574	973	0,12	0,20	0,07	0,999	0,998	0,999	4,56	1,69	2,87	-55	-49	-57	0,45	0,51	0,57
12	TP Quảng Ngãi	15742	7523	2470	5053	0,71	1,71	0,23	0,993	0,983	0,998	47,79	15,69	32,10	374	371	375	1,00	1,00	0,00
13	Trà Bồng	42124	1245	461	784	0,65	1,29	0,27	0,994	0,987	0,997	2,96	1,09	1,86	-71	-67	-72	0,29	0,33	0,72
14	Tư Nghĩa	20550	4497	1468	3029	1,32	3,26	0,38	0,987	0,967	0,996	21,88	7,14	14,74	117	114	118	1,00	1,00	0,00
<b>Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP4.5</b>																				
1	Ba Tơ	113806	1043	365	679	3,96	9,03	1,23	0,960	0,910	0,988	0,92	0,32	0,60	-91	-90	-91	0,09	0,10	0,91
2	Bình Sơn	46685	820	329	491	15,03	28,99	5,67	0,850	0,710	0,943	1,76	0,70	1,05	-83	-79	-84	0,17	0,21	0,84
3	Đức Phổ	37328	518	180	338	14,96	34,63	4,45	0,850	0,654	0,955	1,39	0,48	0,91	-86	-86	-87	0,14	0,14	0,87
4	Lý Sơn	1040	14	4,76	9,03	4,88	10,58	1,88	0,951	0,894	0,981	1,33	0,46	0,87	-87	-86	-87	0,13	0,14	0,87
5	Minh Long	23719	236	94	142	3,92	7,69	1,42	0,961	0,923	0,986	0,99	0,40	0,60	-90	-88	-91	0,10	0,12	0,91
6	Mộ Đức	21387	487	163	324	15,59	37,74	4,46	0,844	0,623	0,955	2,28	0,76	1,52	-77	-77	-78	0,23	0,23	0,78
7	Nghĩa Hành	23458	782	253	529	5,73	14,33	1,62	0,943	0,857	0,984	3,33	1,08	2,25	-67	-68	-67	0,33	0,32	0,67
8	Sơn Hà	72817	2541	1026	1515	1,36	2,65	0,50	0,986	0,974	0,995	3,49	1,41	2,08	-65	-58	-69	0,35	0,42	0,69

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Tổng lượng dòng chảy đến W (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Sức ép nguồn nước (%)			Chỉ số sức ép nguồn nước			Lớp dòng chảy đến Y (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Tỉ chuẩn lớp dòng chảy đến Y (%)			Chỉ số TNN		
			Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ
9	Sơn Tây	38563	868	347	521	0,50	0,69	0,37	0,995	0,993	0,996	2,25	0,90	1,35	-78	-73	-80	0,22	0,27	0,80
10	Sơn Tĩnh	24413	1334	537	797	5,25	10,49	1,71	0,948	0,895	0,983	5,47	2,20	3,26	-46	-34	-52	0,54	0,66	0,52
11	Tây Trà	33910	316	109	207	0,64	1,21	0,34	0,994	0,988	0,997	0,93	0,32	0,61	-91	-90	-91	0,09	0,10	0,91
12	TP Quảng Ngãi	15742	2558	995	1563	2,19	4,48	0,74	0,978	0,955	0,993	16,25	6,32	9,93	61	90	47	1,00	1,00	0,00
13	Trà Bồng	42124	629	276	353	1,35	2,31	0,60	0,986	0,977	0,994	1,49	0,66	0,84	-85	-80	-88	0,15	0,20	0,88
14	Tư Nghĩa	20550	1499	572	927	4,05	8,73	1,16	0,960	0,913	0,988	7,29	2,78	4,51	-28	-17	-33	0,72	0,83	0,33
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP8.5																				
1	Ba Tơ	113806	1048	326	723	4,22	11,09	1,13	0,958	0,889	0,989	0,92	0,29	0,63	-91	-91	-91	0,09	0,09	0,91
2	Bình Sơn	46685	849	304	546	14,38	31,27	4,98	0,856	0,687	0,950	1,82	0,65	1,17	-82	-81	-83	0,18	0,19	0,83
3	Đức Phổ	37328	570	178	392	14,51	38,03	3,81	0,855	0,620	0,962	1,53	0,48	1,05	-85	-86	-84	0,15	0,14	0,84
4	Lý Sơn	1040	14	5,20	9,06	4,72	9,67	1,87	0,953	0,903	0,981	1,37	0,50	0,87	-86	-85	-87	0,14	0,15	0,87
5	Minh Long	23719	232	80	152	4,37	10,19	1,29	0,956	0,898	0,987	0,98	0,34	0,64	-90	-90	-91	0,10	0,10	0,91
6	Mộ Đức	21387	513	153	360	15,86	43,74	4,00	0,841	0,563	0,960	2,40	0,72	1,68	-76	-79	-75	0,24	0,21	0,75
7	Nghĩa Hành	23458	807	230	577	4,77	13,11	1,44	0,952	0,869	0,986	3,44	0,98	2,46	-66	-71	-64	0,34	0,29	0,64
8	Sơn Hà	72817	2496	911	1585	1,53	3,38	0,46	0,985	0,966	0,995	3,43	1,25	2,18	-66	-62	-68	0,34	0,38	0,68
9	Sơn Tây	38563	860	309	551	0,48	0,75	0,33	0,995	0,993	0,997	2,23	0,80	1,43	-78	-76	-79	0,22	0,24	0,79
10	Sơn Tĩnh	24413	1324	481	842	5,56	12,53	1,58	0,944	0,875	0,984	5,42	1,97	3,45	-46	-41	-49	0,54	0,59	0,49
11	Tây Trà	33910	332	107	225	0,60	1,21	0,31	0,994	0,988	0,997	0,98	0,32	0,66	-90	-91	-90	0,10	0,09	0,90
12	TP Quảng Ngãi	15742	2557	899	1658	2,29	5,25	0,68	0,977	0,948	0,993	16,24	5,71	10,53	61	71	56	1,00	1,00	0,00
13	Trà Bồng	42124	644	240	404	1,49	3,14	0,52	0,985	0,969	0,995	1,53	0,57	0,96	-85	-83	-86	0,15	0,17	0,86
14	Tư Nghĩa	20550	1498	513	985	4,30	10,54	1,05	0,957	0,895	0,989	7,29	2,50	4,79	-28	-25	-29	0,72	0,75	0,29
Thời kỳ 2046-2065 không xét đến biến đổi khí hậu																				
1	Ba Tơ	113806	3840	1180	2660	0,71	1,82	0,22	0,993	0,982	0,998	3,37	1,04	2,34	-67	-69	-65	0,33	0,31	0,65
2	Bình Sơn	46685	2215	806	1410	4,52	9,18	1,86	0,955	0,908	0,981	4,75	1,73	3,02	-53	-48	-55	0,47	0,52	0,55
3	Đức Phổ	37328	1144	331	813	7,05	19,88	1,82	0,930	0,801	0,982	3,06	0,89	2,18	-70	-73	-68	0,30	0,27	0,68
4	Lý Sơn	1040	12	4,67	6,88	5,83	10,78	2,47	0,942	0,892	0,975	1,11	0,45	0,66	-89	-87	-90	0,11	0,13	0,90

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Tổng lượng dòng chảy đến W (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Sức ép nguồn nước (%)			Chỉ số sức ép nguồn nước			Lớp dòng chảy đến Y (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Tỉ chuẩn lớp dòng chảy đến Y (%)			Chỉ số TNN		
			Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ
5	Minh Long	23719	631	214	417	1,02	2,20	0,41	0,990	0,978	0,996	2,66	0,90	1,76	-74	-73	-74	0,26	0,27	0,74
6	Mộ Đức	21387	1423	446	977	5,42	14,10	1,45	0,946	0,859	0,985	6,66	2,09	4,57	-34	-37	-32	0,66	0,63	0,32
7	Nghĩa Hành	23458	2577	825	1753	1,49	3,70	0,45	0,985	0,963	0,995	10,99	3,52	7,47	9	5	11	1,00	1,00	0,00
8	Sơn Hà	72817	7523	2475	5048	0,36	0,80	0,14	0,996	0,992	0,999	10,33	3,40	6,93	2	2	3	1,00	1,00	0,00
9	Sơn Tây	38563	2234	763	1471	0,17	0,28	0,11	0,998	0,997	0,999	5,79	1,98	3,81	-43	-41	-44	0,57	0,59	0,44
10	Sơn Tĩnh	24413	3734	1242	2492	1,63	3,85	0,52	0,984	0,961	0,995	15,29	5,09	10,21	52	53	51	1,00	1,00	0,00
11	Tây Trà	33910	1548	574	973	0,10	0,16	0,06	0,999	0,998	0,999	4,56	1,69	2,87	-55	-49	-57	0,45	0,51	0,57
12	TP Quảng Ngãi	15742	7523	2470	5053	0,65	1,54	0,22	0,993	0,985	0,998	47,79	15,69	32,10	374	371	375	1,00	1,00	0,00
13	Trà Bồng	42124	1245	461	784	0,52	0,98	0,25	0,995	0,990	0,998	2,96	1,09	1,86	-71	-67	-72	0,29	0,33	0,72
14	Tư Nghĩa	20550	4497	1468	3029	1,14	2,81	0,33	0,989	0,972	0,997	21,88	7,14	14,74	117	114	118	1,00	1,00	0,00

**Bảng PL.4. Kết quả tính chỉ số mặt đệm và chỉ số suy giảm hệ sinh thái cho tỉnh Quảng Ngãi  
theo các kịch bản**

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Tổng diện tích rừng + cây phân tán (ha)	Chỉ số mặt đệm	Diện tích đất nuôi trồng thủy sản (ha)	Diện tích đất sông ngòi, kênh rạch (ha)	Diện tích đất có mặt nước chuyên dùng (ha)	Hệ số suy giảm HST	Chỉ số suy giảm HST
<b>Giai đoạn hiện tại</b>									
1	Ba Tơ	113806,05	96706	0,850	5,58	1716,21	3,16	0,14	0,86
2	Bình Sơn	46684,86	19981	0,428	294,93	1158,41	572,27	0,53	0,47
3	Đức Phổ	37328,09	18700	0,501	161,7	666,89	1010,04	0,45	0,55
4	Lý Sơn	1039,85	117	0,112	0	0	0,04	0,89	0,11
5	Minh Long	23719,24	19666	0,829	5,18	449,47	0,15	0,15	0,85
6	Mộ Đức	21386,72	8399	0,393	198,03	377,57	136,35	0,57	0,43
7	Nghĩa Hành	23458,01	13095	0,558	25,12	874,87	66,53	0,40	0,60
8	Sơn Hà	72816,85	54192	0,744	6,29	1546,03	0,43	0,23	0,77
9	Sơn Tây	38563,37	30458	0,790	3,35	431,61	11,65	0,20	0,80
10	Sơn Tịnh	24413,18	10770	0,441	8,05	732,82	174,93	0,52	0,48
11	Tây Trà	33910,27	22883	0,675	0	486,881	0,05	0,31	0,69
12	TP Quảng Ngãi	15741,53	2238	0,142	230,3	1728,17	38,33	0,73	0,27
13	Trà Bồng	42124,37	34656	0,823	9,11	696,777	645	0,15	0,85
14	Tư Nghĩa	20549,81	7507	0,365	99,51	929,73	38,63	0,58	0,42
<b>Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP4,5</b>									
1	Ba Tơ	113806,05	87036	0,765	5,58	1716,21	3,16	0,22	0,78
2	Bình Sơn	46684,86	17983	0,385	294,93	1158,41	572,27	0,57	0,43
3	Đức Phổ	37328,09	16830	0,451	161,7	666,89	1010,04	0,50	0,50
4	Lý Sơn	1039,85	105	0,101	0	0	0,04	0,90	0,10
5	Minh Long	23719,24	17700	0,746	5,18	449,47	0,15	0,23	0,77
6	Mộ Đức	21386,72	7559	0,353	198,03	377,57	136,35	0,61	0,39

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Tổng diện tích rừng + cây phân tán (ha)	Chỉ số mặt đềm	Diện tích đất nuôi trồng thủy sản (ha)	Diện tích đất sông ngòi, kênh rạch (ha)	Diện tích đất có mặt nước chuyên dùng (ha)	Hệ số suy giảm HST	Chỉ số suy giảm HST
7	Nghĩa Hành	23458,01	11785	0,502	25,12	874,87	66,53	0,46	0,54
8	Sơn Hà	72816,85	48773	0,670	6,29	1546,03	0,43	0,31	0,69
9	Sơn Tây	38563,37	27413	0,711	3,35	431,61	11,65	0,28	0,72
10	Sơn Tịnh	24413,18	9693	0,397	8,05	732,82	174,93	0,57	0,43
11	Tây Trà	33910,27	20594	0,607	0	486,881	0,05	0,38	0,62
12	TP Quảng Ngãi	15741,53	2014	0,128	230,3	1728,17	38,33	0,75	0,25
13	Trà Bồng	42124,37	31191	0,740	9,11	696,777	645	0,23	0,77
14	Tư Nghĩa	20549,81	6757	0,329	99,51	929,73	38,63	0,62	0,38
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP8,5									
1	Ba Tơ	113806,05	87036	0,765	5,58	1716,21	3,16	0,22	0,78
2	Bình Sơn	46684,86	17983	0,385	294,93	1158,41	572,27	0,57	0,43
3	Đức Phổ	37328,09	16830	0,451	161,7	666,89	1010,04	0,50	0,50
4	Lý Sơn	1039,85	105	0,101	0	0	0,04	0,90	0,10
5	Minh Long	23719,24	17700	0,746	5,18	449,47	0,15	0,23	0,77
6	Mộ Đức	21386,72	7559	0,353	198,03	377,57	136,35	0,61	0,39
7	Nghĩa Hành	23458,01	11785	0,502	25,12	874,87	66,53	0,46	0,54
8	Sơn Hà	72816,85	48773	0,670	6,29	1546,03	0,43	0,31	0,69
9	Sơn Tây	38563,37	27413	0,711	3,35	431,61	11,65	0,28	0,72
10	Sơn Tịnh	24413,18	9693	0,397	8,05	732,82	174,93	0,57	0,43
11	Tây Trà	33910,27	20594	0,607	0	486,881	0,05	0,38	0,62
12	TP Quảng Ngãi	15741,53	2014	0,128	230,3	1728,17	38,33	0,75	0,25
13	Trà Bồng	42124,37	31191	0,740	9,11	696,777	645	0,23	0,77
14	Tư Nghĩa	20549,81	6757	0,329	99,51	929,73	38,63	0,62	0,38
Thời kỳ 2046-2065 không xét đến biến đổi khí hậu									
1	Ba Tơ	113806,05	87036	0,765	5,58	1716,21	3,16	0,22	0,78
2	Bình Sơn	46684,86	17983	0,385	294,93	1158,41	572,27	0,57	0,43

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Tổng diện tích rừng + cây phân tán (ha)	Chỉ số mặt đê	Diện tích đất nuôi trồng thủy sản (ha)	Diện tích đất sông ngòi, kênh rạch (ha)	Diện tích đất có mặt nước chuyên dùng (ha)	Hệ số suy giảm HST	Chỉ số suy giảm HST
3	Đức Phổ	37328,09	16830	0,451	161,7	666,89	1010,04	0,50	0,50
4	Lý Sơn	1039,85	105	0,101	0	0	0,04	0,90	0,10
5	Minh Long	23719,24	17700	0,746	5,18	449,47	0,15	0,23	0,77
6	Mộ Đức	21386,72	7559	0,353	198,03	377,57	136,35	0,61	0,39
7	Nghĩa Hành	23458,01	11785	0,502	25,12	874,87	66,53	0,46	0,54
8	Sơn Hà	72816,85	48773	0,670	6,29	1546,03	0,43	0,31	0,69
9	Sơn Tây	38563,37	27413	0,711	3,35	431,61	11,65	0,28	0,72
10	Sơn Tịnh	24413,18	9693	0,397	8,05	732,82	174,93	0,57	0,43
11	Tây Trà	33910,27	20594	0,607	0	486,881	0,05	0,38	0,62
12	TP Quảng Ngãi	15741,53	2014	0,128	230,3	1728,17	38,33	0,75	0,25
13	Trà Bồng	42124,37	31191	0,740	9,11	696,777	645	0,23	0,77
14	Tư Nghĩa	20549,81	6757	0,329	99,51	929,73	38,63	0,62	0,38

**Bảng PL.5. Kết quả tính chỉ số tần suất lũ, chỉ số ngày hạn và chỉ số ngập lụt cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản**

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Số trận lũ (trận/năm)	Chuẩn sai số trận lũ (trận/năm)	Chỉ số tần suất lũ	Số ngày hạn (ngày/năm)					Chỉ số ngày hạn cả năm	Chỉ số ngày hạn mùa cạn	Diện tích ngập lụt (ha)	Tỉ lệ diện tích ngập lụt (%)	Chỉ số ngập lụt cả năm và mùa lũ
						Hạn nhẹ	Hạn vừa	Hạn nặng	Hạn rất nặng	Tổng số ngày hạn					
Giai đoạn hiện tại															
1	Ba Tơ	113806	4,6	-0,3	1,00	13,95	17,15	16,80	95,70	144	0,61	0,47	0	0,00	1,00
2	Bình Sơn	46685	4,9	0,1	0,99	15,45	14,60	13,95	77,90	122	0,67	0,55	3788	8,11	0,92
3	Đức Phổ	37328	5,1	0,3	0,95	10,10	11,85	13,15	107,85	143	0,61	0,48	13370	35,82	0,64
4	Lý Sơn	1040												0,00	1,00
5	Minh Long	23719	5,3	0,4	0,92	14,65	17,20	19,05	90,25	141	0,61	0,48	2	0,01	1,00
6	Mộ Đức	21387	4,9	0,0	1,00	14,90	16,30	15,10	98,05	144	0,60	0,47	13086	61,19	0,39
7	Nghĩa Hành	23458	5,1	0,2	0,96	15,60	15,40	16,55	93,90	141	0,61	0,48	5478	23,35	0,77
8	Sơn Hà	72817	5,1	0,2	0,96	16,90	22,85	22,15	72,20	134	0,63	0,51	613	0,84	0,99
9	Sơn Tây	38563	5,1	0,2	0,96	17,90	20,40	19,35	73,05	131	0,64	0,52	0	0,00	1,00
10	Sơn Tịnh	24413	4,3	-0,6	1,00	16,10	19,30	22,95	72,15	131	0,64	0,52	9335	38,24	0,62
11	Tây Trà	33910	4,5	-0,4	1,00	19,60	17,80	19,70	81,75	139	0,62	0,49	0	0,00	1,00
12	TP Quảng Ngãi	15742	4,5	-0,4	1,00	14,35	19,30	24,00	75,60	133	0,63	0,51	2944	18,70	0,81
13	Trà Bồng	42124	5,1	0,3	0,95	16,15	18,35	16,50	76,00	127	0,65	0,53	0	0,00	1,00
14	Tư Nghĩa	20550	4,8	0,0	1,00	13,75	19,45	23,90	78,75	136	0,63	0,50	10725	52,19	0,48
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP4,5															
1	Ba Tơ	113806	5,5	0,7	0,86	14,10	17,15	16,35	68,30	116	0,68	0,58	0	0,00	1,00
2	Bình Sơn	46685	5,4	0,5	0,90	16,00	20,50	23,20	77,85	138	0,62	0,50	4536	9,72	0,90
3	Đức Phổ	37328	5,8	1,0	0,80	9,30	9,05	10,70	89,95	119	0,67	0,56	13491	36,14	0,64
4	Lý Sơn	1040												0,00	1,00
5	Minh Long	23719	5,7	0,8	0,84	12,95	14,45	14,45	96,15	138	0,62	0,49	2	0,01	1,00
6	Mộ Đức	21387	5,5	0,6	0,88	9,80	11,30	12,70	84,25	118	0,68	0,57	13121	61,35	0,39

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Số trận lũ (trận/năm)	Chuẩn sai số trận lũ (trận/năm)	Chỉ số tần suất lũ	Số ngày hạn (ngày/năm)					Chỉ số ngày hạn cả năm	Chỉ số ngày hạn mùa cạn	Diện tích ngập lụt (ha)	Tỉ lệ diện tích ngập lụt (%)	Chỉ số ngập lụt cả năm và mùa lũ
						Hạn nhẹ	Hạn vừa	Hạn nặng	Hạn rất nặng	Tổng số ngày hạn					
7	Nghĩa Hành	23458	5,4	0,6	0,89	10,60	12,30	11,35	90,15	124	0,66	0,54	5497	23,43	0,77
8	Sơn Hà	72817	5,4	0,6	0,89	18,30	17,25	18,50	60,95	115	0,68	0,58	614	0,84	0,99
9	Sơn Tây	38563	6,1	1,2	0,75	16,15	16,55	18,45	70,85	122	0,67	0,55	0	0,00	1,00
10	Sơn Tĩnh	24413	5,0	0,1	0,98	16,10	19,45	19,05	60,15	115	0,69	0,58	9820	40,22	0,60
11	Tây Trà	33910	5,3	0,5	0,91	8,95	11,80	10,55	76,55	108	0,70	0,60	0	0,00	1,00
12	TP Quảng Ngãi	15742	5,2	0,3	0,94	17,50	19,95	18,10	60,25	116	0,68	0,58	2954	18,77	0,81
13	Trà Bồng	42124	6,2	1,4	0,72	20,50	20,45	21,90	86,10	149	0,59	0,45	0	0,00	1,00
14	Tư Nghĩa	20550	5,1	0,2	0,96	17,00	19,50	18,20	62,80	118	0,68	0,57	10758	52,35	0,48
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP8,5															
1	Ba Tơ	113806	5,9	1,0	0,79	10,35	13,40	15,40	61,90	101	0,72	0,63	0	0,00	1,00
2	Bình Sơn	46685	6,0	1,2	0,76	14,55	15,25	15,80	64,75	110	0,70	0,60	4537	9,72	0,90
3	Đức Phổ	37328	5,8	0,9	0,81	13,65	14,60	13,85	91,00	133	0,64	0,51	13493	36,15	0,64
4	Lý Sơn	1040											0,00	1,00	
5	Minh Long	23719	6,4	1,6	0,68	10,55	11,90	13,85	73,60	110	0,70	0,60	2	0,01	1,00
6	Mộ Đức	21387	6,0	1,2	0,76	10,70	10,75	11,90	85,05	118	0,68	0,57	13121	61,35	0,39
7	Nghĩa Hành	23458	5,9	1,1	0,78	9,20	9,75	11,35	85,35	116	0,68	0,58	5498	23,44	0,77
8	Sơn Hà	72817	5,9	1,1	0,78	14,70	13,10	16,30	51,35	95	0,74	0,65	614	0,84	0,99
9	Sơn Tây	38563	6,1	1,2	0,75	13,95	14,95	15,90	59,05	104	0,72	0,62	0	0,00	1,00
10	Sơn Tĩnh	24413	6,0	1,2	0,76	15,00	14,85	15,95	50,95	97	0,73	0,65	9822	40,23	0,60
11	Tây Trà	33910	5,2	0,3	0,94	10,20	12,05	12,80	78,55	114	0,69	0,58	0	0,00	1,00
12	TP Quảng Ngãi	15742	6,2	1,4	0,72	12,60	15,65	15,85	53,90	98	0,73	0,64	2954	18,77	0,81
13	Trà Bồng	42124	6,5	1,7	0,66	15,25	16,15	16,80	59,15	107	0,71	0,61	0	0,00	1,00
14	Tư Nghĩa	20550	6,2	1,3	0,73	13,05	14,75	14,85	56,60	99	0,73	0,64	10760	52,36	0,48
Thời kỳ 2046-2065 không xét đến biến đổi khí hậu															
1	Ba Tơ	113806	4,6	-0,3	1,00	13,95	17,15	16,80	95,70	144	0,61	0,47	0	0,00	1,00

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (ha)	Số trận lũ (trận/năm)	Chuẩn sai số trận lũ (trận/năm)	Chỉ số tần suất lũ	Số ngày hạn (ngày/năm)					Chỉ số ngày hạn cả năm	Chỉ số ngày hạn mùa cạn	Diện tích ngập lụt (ha)	Tỉ lệ diện tích ngập lụt (%)	Chỉ số ngập lụt cả năm và mùa lũ
						Hạn nhẹ	Hạn vừa	Hạn nặng	Hạn rất nặng	Tổng số ngày hạn					
2	Bình Sơn	46685	4,9	0,1	0,99	15,45	14,60	13,95	77,90	122	0,67	0,55	3788	8,11	0,92
3	Đức Phổ	37328	5,1	0,3	0,95	10,10	11,85	13,15	107,85	143	0,61	0,48	13370	35,82	0,64
4	Lý Sơn	1040											0,00	1,00	
5	Minh Long	23719	5,3	0,4	0,92	14,65	17,20	19,05	90,25	141	0,61	0,48	2	0,01	1,00
6	Mộ Đức	21387	4,9	0,0	1,00	14,90	16,30	15,10	98,05	144	0,60	0,47	13086	61,19	0,39
7	Nghĩa Hành	23458	5,1	0,2	0,96	15,60	15,40	16,55	93,90	141	0,61	0,48	5478	23,35	0,77
8	Sơn Hà	72817	5,1	0,2	0,96	16,90	22,85	22,15	72,20	134	0,63	0,51	613	0,84	0,99
9	Sơn Tây	38563	5,1	0,2	0,96	17,90	20,40	19,35	73,05	131	0,64	0,52	0	0,00	1,00
10	Sơn Tịnh	24413	4,3	-0,6	1,00	16,10	19,30	22,95	72,15	131	0,64	0,52	9335	38,24	0,62
11	Tây Trà	33910	4,5	-0,4	1,00	19,60	17,80	19,70	81,75	139	0,62	0,49	0	0,00	1,00
12	TP Quảng Ngãi	15742	4,5	-0,4	1,00	14,35	19,30	24,00	75,60	133	0,63	0,51	2944	18,70	0,81
13	Trà Bồng	42124	5,1	0,3	0,95	16,15	18,35	16,50	76,00	127	0,65	0,53	0	0,00	1,00
14	Tư Nghĩa	20550	4,8	0,0	1,00	13,75	19,45	23,90	78,75	136	0,63	0,50	10725	52,19	0,48

**Bảng PL.6. Kết quả tính chỉ số lượng mưa và chỉ số nhiệt độ cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản**

TT	Huyện	Tổng lượng mưa (mm)			Tỉ chuẩn mưa (%)			Chỉ số lượng mưa			Nhiệt độ TB (°C)			Chuẩn sai nhiệt độ (°C)			Chỉ số nhiệt độ		
		Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	TB năm	TB mùa cạn	TB mùa lũ	TB năm	TB mùa cạn	TB mùa lũ	TB năm	TB mùa cạn	TB mùa lũ
Giai đoạn hiện tại																			
1	Ba Tơ	3717	1347	2370	27	22	30	1,00	1,00	0,00	25,3	26,0	23,4	-0,2	0,0	-0,8	1,00	1,00	0,97
2	Bình Sơn	3367	1372	1995	15	24	9	1,00	1,00	0,00	25,8	26,5	24,0	0,3	0,5	-0,2	0,99	0,98	0,99
3	Đức Phổ	1924	571	1353	-34	-48	-26	0,66	0,52	0,26	25,3	26,0	23,4	-0,2	0,0	-0,8	1,00	1,00	0,97
4	Lý Sơn	2221	998	1223	-24	-10	-33	0,76	0,90	0,33	26,6	26,9	25,5	1,0	1,0	1,3	0,96	0,96	1,00
5	Minh Long	3578	1357	2221	22	23	22	1,00	1,00	0,00	25,6	26,2	23,7	0,1	0,3	-0,5	1,00	0,99	0,98
6	Mộ Đức	2053	671	1382	-30	-39	-24	0,70	0,61	0,24	25,8	26,5	24,0	0,3	0,5	-0,2	0,99	0,98	0,99
7	Nghĩa Hành	2593	916	1676	-12	-17	-8	0,88	0,83	0,08	25,6	26,2	23,7	0,1	0,3	-0,5	1,00	0,99	0,98
8	Sơn Hà	2944	1250	1695	0	13	-7	1,00	1,00	0,07	25,0	25,3	24,3	-0,5	-0,7	0,1	1,00	1,00	1,00
9	Sơn Tây	3397	1064	2333	16	-4	28	1,00	0,96	0,00	25,0	25,3	24,3	-0,5	-0,7	0,1	1,00	1,00	1,00
10	Sơn Tịnh	2452	929	1523	-16	-16	-17	0,84	0,84	0,17	25,8	26,5	24,0	0,3	0,5	-0,2	0,99	0,98	0,99
11	Tây Trà	4171	1635	2536	42	48	39	1,00	1,00	0,00	24,7	24,6	25,2	-0,8	-1,4	1,0	1,00	1,00	1,00
12	TP Quảng Ngãi	2537	964	1573	-14	-13	-14	0,86	0,87	0,14	25,8	26,5	24,0	0,3	0,5	-0,2	0,99	0,98	0,99
13	Trà Bồng	3623	1514	2109	23	37	16	1,00	1,00	0,00	24,7	24,6	25,2	-0,8	-1,4	1,0	1,00	1,00	1,00
14	Tư Nghĩa	2493	920	1573	-15	-17	-14	0,85	0,83	0,14	25,8	26,5	24,0	0,3	0,5	-0,2	0,99	0,98	0,99
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP4,5																			
1	Ba Tơ	1377	709	668	-53	-36	-63	0,47	0,64	0,63	26,8	27,5	24,7	1,3	1,5	0,5	0,95	0,94	1,00
2	Bình Sơn	1287	674	613	-56	-39	-66	0,44	0,61	0,66	27,3	28,0	25,3	1,8	2,0	1,1	0,93	0,92	1,00
3	Đức Phổ	1483	760	723	-49	-31	-60	0,51	0,69	0,60	26,8	27,5	24,7	1,3	1,5	0,5	0,95	0,94	1,00
4	Lý Sơn	2652	1017	1636	-10	-8	-10	0,90	0,92	0,10	27,9	28,2	26,7	2,4	2,3	2,5	0,91	0,91	1,00
5	Minh Long	1733	981	752	-41	-11	-59	0,59	0,89	0,59	27,1	27,7	25,0	1,5	1,8	0,8	0,94	0,93	1,00
6	Mộ Đức	1483	760	723	-49	-31	-60	0,51	0,69	0,60	27,3	28,0	25,3	1,8	2,0	1,1	0,93	0,92	1,00

7	Nghĩa Hành	1377	709	668	-53	-36	-63	0,47	0,64	0,63	27,1	27,7	25,0	1,5	1,8	0,8	0,94	0,93	1,00
8	Sơn Hà	1733	981	752	-41	-11	-59	0,59	0,89	0,59	26,4	27,1	24,3	0,9	1,2	0,1	0,96	0,95	1,00
9	Sơn Tây	1378	884	495	-53	-20	-73	0,47	0,80	0,73	26,4	27,1	24,3	0,9	1,2	0,1	0,96	0,95	1,00
10	Sơn Tĩnh	1196	612	585	-59	-45	-68	0,41	0,55	0,68	27,3	28,0	25,3	1,8	2,0	1,1	0,93	0,92	1,00
11	Tây Trà	1822	1076	745	-38	-3	-59	0,62	0,97	0,59	26,0	26,8	23,9	0,5	0,8	-0,3	0,98	0,97	0,99
12	TP Quảng Ngãi	1196	612	585	-59	-45	-68	0,41	0,55	0,68	27,3	28,0	25,3	1,8	2,0	1,1	0,93	0,92	1,00
13	Trà Bồng	2129	1235	895	-27	11	-51	0,73	1,00	0,51	26,0	26,8	23,9	0,5	0,8	-0,3	0,98	0,97	0,99
14	Tư Nghĩa	1196	612	585	-59	-45	-68	0,41	0,55	0,68	27,3	28,0	25,3	1,8	2,0	1,1	0,93	0,92	1,00
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP8,5																			
1	Ba Tơ	1399	608	791	-52	-45	-57	0,48	0,55	0,57	27,3	28,0	25,2	1,8	2,1	1,0	0,93	0,92	1,00
2	Bình Sơn	1330	583	748	-55	-47	-59	0,45	0,53	0,59	27,8	28,5	25,7	2,3	2,5	1,6	0,91	0,90	1,00
3	Đức Phổ	1570	678	892	-46	-39	-51	0,54	0,61	0,51	27,3	28,0	25,2	1,8	2,1	1,0	0,93	0,92	1,00
4	Lý Sơn	2744	1112	1632	-6	0	-11	0,94	1,00	0,11	28,3	28,7	27,1	2,8	2,7	2,9	0,89	0,89	1,00
5	Mình Long	1703	816	887	-42	-26	-51	0,58	0,74	0,51	27,5	28,2	25,4	2,0	2,3	1,3	0,92	0,91	1,00
6	Mộ Đức	1570	678	892	-46	-39	-51	0,54	0,61	0,51	27,8	28,5	25,7	2,3	2,5	1,6	0,91	0,90	1,00
7	Nghĩa Hành	1399	608	791	-52	-45	-57	0,48	0,55	0,57	27,5	28,2	25,4	2,0	2,3	1,3	0,92	0,91	1,00
8	Sơn Hà	1703	816	887	-42	-26	-51	0,58	0,74	0,51	26,9	27,6	24,7	1,4	1,7	0,5	0,95	0,94	1,00
9	Sơn Tây	1305	728	577	-56	-34	-68	0,44	0,66	0,68	26,9	27,6	24,7	1,4	1,7	0,5	0,95	0,94	1,00
10	Sơn Tĩnh	1234	546	689	-58	-51	-62	0,42	0,49	0,62	27,8	28,5	25,7	2,3	2,5	1,6	0,91	0,90	1,00
11	Tây Trà	1841	901	940	-37	-19	-48	0,63	0,81	0,48	26,5	27,3	24,3	1,0	1,3	0,1	0,96	0,95	1,00
12	TP Quảng Ngãi	1234	546	689	-58	-51	-62	0,42	0,49	0,62	27,8	28,5	25,7	2,3	2,5	1,6	0,91	0,90	1,00
13	Trà Bồng	2149	1034	1115	-27	-7	-39	0,73	0,93	0,39	26,5	27,3	24,3	1,0	1,3	0,1	0,96	0,95	1,00
14	Tư Nghĩa	1234	546	689	-58	-51	-62	0,42	0,49	0,62	27,8	28,5	25,7	2,3	2,5	1,6	0,91	0,90	1,00
Thời kỳ 2046-2065 không xét đến biến đổi khí hậu																			
1	Ba Tơ	3717	1347	2370	27	22	30	1,00	1,00	0,00	25,3	26,0	23,4	-0,2	0,0	-0,8	1,00	1,00	0,97
2	Bình Sơn	3367	1372	1995	15	24	9	1,00	1,00	0,00	25,8	26,5	24,0	0,3	0,5	-0,2	0,99	0,98	0,99
3	Đức Phổ	1924	571	1353	-34	-48	-26	0,66	0,52	0,26	25,3	26,0	23,4	-0,2	0,0	-0,8	1,00	1,00	0,97

4	Lý Sơn	2221	998	1223	-24	-10	-33	0,76	0,90	0,33	26,6	26,9	25,5	1,0	1,0	1,3	0,96	0,96	1,00
5	Minh Long	3578	1357	2221	22	23	22	1,00	1,00	0,00	25,6	26,2	23,7	0,1	0,3	-0,5	1,00	0,99	0,98
6	Mộ Đức	2053	671	1382	-30	-39	-24	0,70	0,61	0,24	25,8	26,5	24,0	0,3	0,5	-0,2	0,99	0,98	0,99
7	Nghĩa Hành	2593	916	1676	-12	-17	-8	0,88	0,83	0,08	25,6	26,2	23,7	0,1	0,3	-0,5	1,00	0,99	0,98
8	Sơn Hà	2944	1250	1695	0	13	-7	1,00	1,00	0,07	25,0	25,3	24,3	-0,5	-0,7	0,1	1,00	1,00	1,00
9	Sơn Tây	3397	1064	2333	16	-4	28	1,00	0,96	0,00	25,0	25,3	24,3	-0,5	-0,7	0,1	1,00	1,00	1,00
10	Sơn Tĩnh	2452	929	1523	-16	-16	-17	0,84	0,84	0,17	25,8	26,5	24,0	0,3	0,5	-0,2	0,99	0,98	0,99
11	Tây Trà	4171	1635	2536	42	48	39	1,00	1,00	0,00	24,7	24,6	25,2	-0,8	-1,4	1,0	1,00	1,00	1,00
12	TP Quảng Ngãi	2537	964	1573	-14	-13	-14	0,86	0,87	0,14	25,8	26,5	24,0	0,3	0,5	-0,2	0,99	0,98	0,99
13	Trà Bồng	3623	1514	2109	23	37	16	1,00	1,00	0,00	24,7	24,6	25,2	-0,8	-1,4	1,0	1,00	1,00	1,00
14	Tư Nghĩa	2493	920	1573	-15	-17	-14	0,85	0,83	0,14	25,8	26,5	24,0	0,3	0,5	-0,2	0,99	0,98	0,99

**Bảng PL.7. Kết quả tính chỉ số chi phí nước cho sử dụng và vệ sinh và chỉ số dịch vụ nước và nước thải cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản**

TT	Huyện	Số tiền trong tổng thu nhập người dân bỏ ra chi trả cho nước sạch và vệ sinh (nghìn đồng)	Dân số (người)	Nhu cầu nước cho sinh hoạt ( $10^6$ m <sup>3</sup> /năm)	Nhu cầu nước cho sử dụng, vệ sinh ( $m^3$ /tháng/người)	Chỉ số chi phí nước cho sử dụng và vệ sinh WASH (%)	Lượng nước thải phát sinh ( $m^3$ /ngày)	Nhu cầu nước cho dịch vụ nước và nước thải ( $m^3$ /tháng/người)	Chỉ số dịch vụ nước và nước thải WWS (%)
Giai đoạn hiện tại									
1	Ba Tơ	56,51	64670	1,70	2,20	23,68	4789,1	2,2	2,40
2	Bình Sơn	122,63	184433	4,69	2,12	10,54	14615,9	2,4	1,18
3	Đức Phổ	48,74	147134	3,78	2,14	26,76	11806,3	2,4	3,01
4	Lý Sơn	56,84	21308	0,53	2,05	22,04	1585,3	2,2	2,39
5	Minh Long	55,83	19423	0,48	2,05	22,44	1408,6	2,2	2,38
6	Mộ Đức	42,16	134856	3,45	2,13	30,80	10482,6	2,3	3,37
7	Nghĩa Hành	42,19	93933	2,47	2,19	31,69	7585,8	2,4	3,50
8	Sơn Hà	67,17	78610	2,11	2,24	20,33	6113,6	2,3	2,12
9	Sơn Tây	138,42	20463	0,50	2,05	9,05	1553,3	2,3	1,00
10	Sơn Tịnh	59,29	98063	2,42	2,05	21,13	7814,6	2,4	2,46
11	Tây Trà	64,65	21258	0,52	2,05	19,38	1563,2	2,2	2,08
12	TP Quảng Ngãi	138,42	270607	8,66	2,67	11,75	28705,6	3,2	1,40
13	Trà Bồng	59,49	35770	1,04	2,43	24,85	2809,7	2,4	2,41
14	Tư Nghĩa	48,22	133160	3,58	2,24	28,32	10769,5	2,4	3,07
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP4,5									
1	Ba Tơ	344,71	91085	2,42	2,21	23,84	4789,1	1,6	1,70
2	Bình Sơn	748,04	202321	5,16	2,12	10,56	14615,9	2,2	1,08
3	Đức Phổ	297,28	157496	4,07	2,15	26,94	11806,3	2,2	2,81
4	Lý Sơn	346,73	27298	0,67	2,05	22,04	1585,3	1,7	1,87
5	Minh Long	340,54	26708	0,66	2,05	22,44	1408,6	1,6	1,73
6	Mộ Đức	257,16	140389	3,61	2,14	31,01	10482,6	2,2	3,24
7	Nghĩa Hành	257,37	102080	2,71	2,21	31,91	7585,8	2,2	3,22

TT	Huyện	Số tiền trong tổng thu nhập người dân bỏ ra chi trả cho nước sạch và vệ sinh (nghìn đồng)	Dân số (người)	Nhu cầu nước cho sinh hoạt ( $10^6 \text{ m}^3/\text{năm}$ )	Nhu cầu nước cho sử dụng, vệ sinh ( $\text{m}^3/\text{tháng}/\text{người}$ )	Chỉ số chi phí nước cho sử dụng và vệ sinh WASH (%)	Lượng nước thải phát sinh ( $\text{m}^3/\text{ngày}$ )	Nhu cầu nước cho dịch vụ nước và nước thải ( $\text{m}^3/\text{tháng}/\text{người}$ )	Chỉ số dịch vụ nước và nước thải WWS (%)
8	Sơn Hà	409,73	98624	2,70	2,28	20,73	6113,6	1,9	1,69
9	Sơn Tây	844,35	25330	0,62	2,05	9,05	1553,3	1,8	0,81
10	Sơn Tịnh	361,68	103108	2,54	2,05	21,13	7814,6	2,3	2,34
11	Tây Trà	394,36	27959	0,69	2,05	19,38	1563,2	1,7	1,58
12	TP Quảng Ngãi	844,35	327541	10,57	2,69	11,84	28705,6	2,6	1,16
13	Trà Bồng	362,86	47286	1,43	2,51	25,75	2809,7	1,8	1,83
14	Tư Nghĩa	294,15	147853	4,00	2,25	28,47	10769,5	2,2	2,76
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP8,5									
1	Ba Tơ	344,71	91085	2,42	2,21	23,84	4789,1	1,6	1,70
2	Bình Sơn	748,04	202321	5,16	2,12	10,56	14615,9	2,2	1,08
3	Đức Phổ	297,28	157496	4,07	2,15	26,94	11806,3	2,2	2,81
4	Lý Sơn	346,73	27298	0,67	2,05	22,04	1585,3	1,7	1,87
5	Minh Long	340,54	26708	0,66	2,05	22,44	1408,6	1,6	1,73
6	Mộ Đức	257,16	140389	3,61	2,14	31,01	10482,6	2,2	3,24
7	Nghĩa Hành	257,37	102080	2,71	2,21	31,91	7585,8	2,2	3,22
8	Sơn Hà	409,73	98624	2,70	2,28	20,73	6113,6	1,9	1,69
9	Sơn Tây	844,35	25330	0,62	2,05	9,05	1553,3	1,8	0,81
10	Sơn Tịnh	361,68	103108	2,54	2,05	21,13	7814,6	2,3	2,34
11	Tây Trà	394,36	27959	0,69	2,05	19,38	1563,2	1,7	1,58
12	TP Quảng Ngãi	844,35	327541	10,57	2,69	11,84	28705,6	2,6	1,16
13	Trà Bồng	362,86	47286	1,43	2,51	25,75	2809,7	1,8	1,83
14	Tư Nghĩa	294,15	147853	4,00	2,25	28,47	10769,5	2,2	2,76
Thời kỳ 2046-2065 không xét đến biến đổi khí hậu									
1	Ba Tơ	344,71	91085	2,42	2,21	23,84	4789,1	1,6	1,70
2	Bình Sơn	748,04	202321	5,16	2,12	10,56	14615,9	2,2	1,08
3	Đức Phổ	297,28	157496	4,07	2,15	26,94	11806,3	2,2	2,81

TT	Huyện	Số tiền trong tổng thu nhập người dân bỏ ra chi trả cho nước sạch và vệ sinh (nghìn đồng)	Dân số (người)	Nhu cầu nước cho sinh hoạt ( $10^6 \text{ m}^3/\text{năm}$ )	Nhu cầu nước cho sử dụng, vệ sinh ( $\text{m}^3/\text{tháng}/\text{người}$ )	Chỉ số chi phí nước cho sử dụng và vệ sinh WASH (%)	Lượng nước thải phát sinh ( $\text{m}^3/\text{ngày}$ )	Nhu cầu nước cho dịch vụ nước và nước thải ( $\text{m}^3/\text{tháng}/\text{người}$ )	Chỉ số dịch vụ nước và nước thải WWS (%)
4	Lý Sơn	346,73	27298	0,67	2,05	22,04	1585,3	1,7	1,87
5	Minh Long	340,54	26708	0,66	2,05	22,44	1408,6	1,6	1,73
6	Mộ Đức	257,16	140389	3,61	2,14	31,01	10482,6	2,2	3,24
7	Nghĩa Hành	257,37	102080	2,71	2,21	31,91	7585,8	2,2	3,22
8	Sơn Hà	409,73	98624	2,70	2,28	20,73	6113,6	1,9	1,69
9	Sơn Tây	844,35	25330	0,62	2,05	9,05	1553,3	1,8	0,81
10	Sơn Tịnh	361,68	103108	2,54	2,05	21,13	7814,6	2,3	2,34
11	Tây Trà	394,36	27959	0,69	2,05	19,38	1563,2	1,7	1,58
12	TP Quảng Ngãi	844,35	327541	10,57	2,69	11,84	28705,6	2,6	1,16
13	Trà Bồng	362,86	47286	1,43	2,51	25,75	2809,7	1,8	1,83
14	Tư Nghĩa	294,15	147853	4,00	2,25	28,47	10769,5	2,2	2,76

**Bảng PL.8. Kết quả tính chỉ số khan hiếm nước và chỉ số biến đổi nguồn nước cho tỉnh Quảng Ngãi  
theo các kịch bản**

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (km <sup>2</sup> )	Tổng lượng nước mùa cạn W <sub>cạn</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Dân số (người)	Lượng nước tự nhiên tính theo đầu người (m <sup>3</sup> /người)			Hệ số khan hiếm nước			Chỉ số khan hiếm nước			Chỉ số biến đổi nguồn nước đến Cv
					Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	
Giai đoạn hiện tại														
1	Ba Tơ	1138	1180	64670	59383	18244	41139	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,32
2	Bình Sơn	467	806	184433	12012	4368	7644	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,33
3	Đức Phổ	373	331	147134	7774	2251	5523	0	0	0,00	1,00	0,63	1,00	0,35
4	Lý Sơn	10		21308	542	219	323	1	1	0,91	0,15	0,06	0,09	
5	Minh Long	237	214	19423	32507	11033	21474	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,31
6	Mộ Đức	214	446	134856	10555	3308	7247	0	0	0,00	1,00	0,92	1,00	0,32
7	Nghĩa Hành	235	825	93933	27439	8782	18657	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,31
8	Sơn Hà	728	2475	78610	95695	31483	64212	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,29
9	Sơn Tây	386	763	20463	109165	37295	71871	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,30
10	Sơn Tịnh	244	1242	98063	38077	12666	25411	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,29
11	Tây Trà	339	574	21258	72805	27012	45794	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,28
12	TP Quảng Ngãi	157	2470	270607	27800	9129	18671	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,30
13	Trà Bồng	421	461	35770	34801	12879	21922	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,29
14	Tư Nghĩa	205	1468	133160	33771	11022	22749	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,30
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP4,5														
1	Ba Tơ	1138	365	91085	11455	4002	7453	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,84
2	Bình Sơn	467	329	202321	4051	1625	2426	0	1	0,32	1,00	0,45	0,68	0,69
3	Đức Phổ	373	180	157496	3291	1145	2145	0	1	0,40	0,92	0,32	0,60	0,85
4	Lý Sơn	10		27298	505	174	331	1	1	0,91	0,14	0,05	0,09	
5	Minh Long	237	94	26708	8821	3513	5308	0	0	0,00	1,00	0,98	1,00	0,74
6	Mộ Đức	214	163	140389	3471	1161	2311	0	1	0,36	0,97	0,32	0,64	0,88

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (km <sup>2</sup> )	Tổng lượng nước mùa cạn W <sub>cạn</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Dân số (người)	Lượng nước tự nhiên tính theo đầu người (m <sup>3</sup> /người)			Hệ số khan hiếm nước			Chỉ số khan hiếm nước			Chỉ số biến đổi nguồn nước đến Cv
					Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	
7	Nghĩa Hành	235	253	102080	7662	2480	5182	0	0	0,00	1,00	0,69	1,00	0,89
8	Sơn Hà	728	1026	98624	25764	10408	15356	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,71
9	Sơn Tây	386	347	25330	34256	13683	20573	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,70
10	Sơn Tĩnh	244	537	103108	12941	5211	7730	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,71
11	Tây Trà	339	109	27959	11304	3908	7396	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,83
12	TP Quảng Ngãi	157	995	327541	7811	3039	4772	0	0	0,00	1,00	0,85	1,00	0,75
13	Trà Bồng	421	276	47286	13299	5840	7459	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,58
14	Tư Nghĩa	205	572	147853	10135	3867	6269	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,76
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP8,5														
1	Ba Tơ	1138	326	91085	11508	3574	7934	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,72
2	Bình Sơn	467	304	202321	4197	1500	2696	0	1	0,25	1,00	0,42	0,75	0,63
3	Đức Phổ	373	178	157496	3622	1132	2489	0	1	0,31	1,00	0,32	0,69	0,68
4	Lý Sơn	10		27298	523	191	332	1	1	0,91	0,15	0,05	0,09	
5	Minh Long	237	80	26708	8693	3008	5686	0	0	0,00	1,00	0,84	1,00	0,70
6	Mộ Đức	214	153	140389	3656	1091	2564	0	1	0,29	1,00	0,30	0,71	0,73
7	Nghĩa Hành	235	230	102080	7905	2254	5650	0	0	0,00	1,00	0,63	1,00	0,73
8	Sơn Hà	728	911	98624	25305	9236	16069	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,66
9	Sơn Tây	386	309	25330	33948	12193	21756	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,63
10	Sơn Tĩnh	244	481	103108	12836	4670	8166	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,66
11	Tây Trà	339	107	27959	11878	3839	8039	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,76
12	TP Quảng Ngãi	157	899	327541	7806	2745	5061	0	0	0,00	1,00	0,76	1,00	0,68
13	Trà Bồng	421	240	47286	13609	5072	8537	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,54
14	Tư Nghĩa	205	513	147853	10131	3471	6661	0	0	0,00	1,00	0,97	1,00	0,69
Thời kỳ 2046-2065 không xét đến biến đổi khí hậu														
1	Ba Tơ	1138	1180	91085	42162	12953	29209	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,32
2	Bình Sơn	467	806	202321	10950	3982	6968	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,33

TT	Huyện	Diện tích tự nhiên (km <sup>2</sup> )	Tổng lượng nước mùa cạn W <sub>cạn</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Dân số (người)	Lượng nước tự nhiên tính theo đầu người (m <sup>3</sup> /người)			Hệ số khan hiếm nước			Chỉ số khan hiếm nước			Chỉ số biến đổi nguồn nước đến Cv
					Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	
3	Đức Phổ	373	331	157496	7263	2103	5160	0	0	0,00	1,00	0,59	1,00	0,35
4	Lý Sơn	10		27298	423	171	252	1	1	0,93	0,12	0,05	0,07	
5	Minh Long	237	214	26708	23639	8023	15616	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,31
6	Mộ Đức	214	446	140389	10139	3177	6962	0	0	0,00	1,00	0,89	1,00	0,32
7	Nghĩa Hành	235	825	102080	25249	8081	17168	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,31
8	Sơn Hà	728	2475	98624	76275	25094	51181	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,29
9	Sơn Tây	386	763	25330	88192	30129	58062	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,30
10	Sơn Tịnh	244	1242	103108	36214	12047	24167	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,29
11	Tây Trà	339	574	27959	55355	20537	34818	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,28
12	TP Quảng Ngãi	157	2470	327541	22968	7542	15426	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,30
13	Trà Bồng	421	461	47286	26325	9743	16583	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,29
14	Tư Nghĩa	205	1468	147853	30415	9926	20488	0	0	0,00	1,00	1,00	1,00	0,30

**Bảng PL.9. Kết quả tính chỉ số khai thác nguồn nước cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản**

TT	Huyện	Nhu cầu nước cho nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Nhu cầu nước cho dịch vụ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Tổng nhu cầu nước (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Hệ số khai thác nguồn nước DPs (%)			Chỉ số khai thác nguồn nước		
		Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ
Giai đoạn hiện tại																
1	Ba Tơ	39,71	30,79	8,92	0,17	0,13	0,04	39,88	30,92	8,97	1,04	2,62	0,34	0,99	0,97	1,00
2	Bình Sơn	123,15	94,10	29,05	0,47	0,35	0,12	123,62	94,45	29,17	5,58	11,72	2,07	0,94	0,88	0,98
3	Đức Phổ	75,31	59,59	15,72	0,38	0,28	0,10	75,69	59,87	15,82	6,62	18,08	1,95	0,93	0,82	0,98
4	Lý Sơn	0,53	0,39	0,13	0,05	0,04	0,01	0,58	0,43	0,15	5,01	9,26	2,12	0,95	0,91	0,98
5	Minh Long	8,76	6,65	2,11	0,05	0,04	0,01	8,81	6,69	2,12	1,40	3,12	0,51	0,99	0,97	0,99
6	Mộ Đức	74,00	58,78	15,22	0,34	0,26	0,09	74,34	59,03	15,31	5,22	13,23	1,57	0,95	0,87	0,98
7	Nghĩa Hành	43,52	34,10	9,42	0,25	0,18	0,06	43,77	34,29	9,48	1,70	4,16	0,54	0,98	0,96	0,99
8	Sơn Hà	33,12	25,19	7,93	0,21	0,16	0,05	33,34	25,35	7,98	0,44	1,02	0,16	1,00	0,99	1,00
9	Sơn Tây	4,20	2,26	1,94	0,05	0,04	0,01	4,25	2,30	1,95	0,19	0,30	0,13	1,00	1,00	1,00
10	Sơn Tịnh	69,23	54,70	14,52	0,24	0,18	0,06	69,47	54,88	14,58	1,86	4,42	0,59	0,98	0,96	0,99
11	Tây Trà	1,87	1,18	0,69	0,05	0,04	0,01	1,92	1,21	0,71	0,12	0,21	0,07	1,00	1,00	1,00
12	TP Quảng Ngãi	53,77	42,17	11,60	0,87	0,65	0,22	54,63	42,81	11,82	0,73	1,73	0,23	0,99	0,98	1,00
13	Trà Bồng	8,06	5,93	2,13	0,10	0,08	0,03	8,17	6,01	2,16	0,66	1,30	0,27	0,99	0,99	1,00
14	Tur Nghĩa	59,41	47,89	11,52	0,36	0,27	0,09	59,77	48,16	11,61	1,33	3,28	0,38	0,99	0,97	1,00
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP4,5																
1	Ba Tơ	41,28	32,94	8,34	0,24	0,18	0,06	41,52	33,12	8,40	3,98	9,08	1,24	0,96	0,91	0,99
2	Bình Sơn	123,17	95,33	27,84	0,52	0,39	0,13	123,69	95,71	27,97	15,09	29,11	5,70	0,85	0,71	0,94
3	Đức Phổ	77,51	62,47	15,05	0,41	0,30	0,10	77,92	62,77	15,15	15,03	34,80	4,48	0,85	0,65	0,96
4	Lý Sơn	0,67	0,50	0,17	0,07	0,05	0,02	0,74	0,55	0,19	5,37	11,64	2,07	0,95	0,88	0,98
5	Minh Long	9,23	7,21	2,02	0,07	0,05	0,02	9,30	7,26	2,04	3,95	7,74	1,44	0,96	0,92	0,99
6	Mộ Đức	75,97	61,49	14,48	0,36	0,27	0,09	76,34	61,76	14,57	15,66	37,90	4,49	0,84	0,62	0,96
7	Nghĩa Hành	44,85	36,27	8,58	0,27	0,20	0,07	45,12	36,47	8,65	5,77	14,41	1,64	0,94	0,86	0,98

TT	Huyện	Nhu cầu nước cho nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Nhu cầu nước cho dịch vụ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Tổng nhu cầu nước (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Hệ số khai thác nguồn nước DPs (%)			Chỉ số khai thác nguồn nước		
		Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ
8	Sơn Hà	34,67	27,15	7,52	0,27	0,20	0,07	34,94	27,35	7,59	1,38	2,66	0,50	0,99	0,97	0,99
9	Sơn Tây	4,32	2,38	1,94	0,06	0,05	0,02	4,38	2,43	1,95	0,50	0,70	0,37	0,99	0,99	1,00
10	Sơn Tĩnh	70,02	56,37	13,65	0,25	0,19	0,06	70,28	56,56	13,71	5,27	10,53	1,72	0,95	0,89	0,98
11	Tây Trà	2,02	1,33	0,70	0,07	0,05	0,02	2,09	1,38	0,71	0,66	1,26	0,35	0,99	0,99	1,00
12	TP Quảng Ngãi	56,15	44,64	11,51	1,06	0,79	0,27	57,21	45,43	11,78	2,24	4,56	0,75	0,98	0,95	0,99
13	Trà Bồng	8,49	6,39	2,11	0,14	0,11	0,04	8,63	6,49	2,14	1,37	2,35	0,61	0,99	0,98	0,99
14	Tư Nghĩa	60,67	49,93	10,74	0,40	0,30	0,10	61,07	50,23	10,84	4,08	8,79	1,17	0,96	0,91	0,99
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP8,5																
1	Ba Tơ	44,28	36,12	8,16	0,24	0,18	0,06	44,52	36,30	8,22	4,25	11,15	1,14	0,96	0,89	0,99
2	Bình Sơn	122,08	94,90	27,18	0,52	0,39	0,13	122,59	95,28	27,31	14,44	31,39	5,01	0,86	0,69	0,95
3	Đức Phổ	82,77	67,82	14,95	0,41	0,30	0,10	83,18	68,12	15,06	14,58	38,20	3,84	0,85	0,62	0,96
4	Lý Sơn	0,67	0,50	0,17	0,07	0,05	0,02	0,74	0,55	0,19	5,19	10,64	2,06	0,95	0,89	0,98
5	Minh Long	10,14	8,18	1,95	0,07	0,05	0,02	10,21	8,23	1,97	4,40	10,25	1,30	0,96	0,90	0,99
6	Mộ Đức	81,41	67,02	14,39	0,36	0,27	0,09	81,77	67,29	14,48	15,93	43,91	4,02	0,84	0,56	0,96
7	Nghĩa Hành	38,47	30,18	8,29	0,27	0,20	0,07	38,74	30,38	8,36	4,80	13,20	1,45	0,95	0,87	0,99
8	Sơn Hà	38,09	30,81	7,28	0,27	0,20	0,07	38,36	31,01	7,35	1,54	3,40	0,46	0,98	0,97	1,00
9	Sơn Tây	4,14	2,31	1,82	0,06	0,05	0,02	4,20	2,36	1,84	0,49	0,76	0,33	1,00	0,99	1,00
10	Sơn Tĩnh	73,58	60,32	13,26	0,25	0,19	0,06	73,83	60,51	13,33	5,58	12,57	1,58	0,94	0,87	0,98
11	Tây Trà	1,98	1,30	0,69	0,07	0,05	0,02	2,05	1,35	0,70	0,62	1,26	0,31	0,99	0,99	1,00
12	TP Quảng Ngãi	58,44	47,17	11,28	1,06	0,79	0,27	59,50	47,96	11,54	2,33	5,33	0,70	0,98	0,95	0,99
13	Trà Bồng	9,62	7,53	2,08	0,14	0,11	0,04	9,76	7,64	2,12	1,52	3,19	0,52	0,98	0,97	0,99
14	Tư Nghĩa	64,47	54,10	10,37	0,40	0,30	0,10	64,87	54,40	10,47	4,33	10,60	1,06	0,96	0,89	0,99
Thời kỳ 2046-2065 không xét đến biến đổi khí hậu																
1	Ba Tơ	27,41	21,53	5,88	0,24	0,18	0,06	27,65	21,71	5,94	0,72	1,84	0,22	0,99	0,98	1,00

TT	Huyện	Nhu cầu nước cho nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Nhu cầu nước cho dịch vụ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Tổng nhu cầu nước (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Hệ số khai thác nguồn nước DPs (%)			Chỉ số khai thác nguồn nước		
		Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ	Cả năm	Mùa cạn	Mùa lũ
2	Bình Sơn	100,25	74,00	26,25	0,52	0,39	0,13	100,76	74,38	26,38	4,55	9,23	1,87	0,95	0,91	0,98
3	Đức Phổ	80,64	65,83	14,81	0,41	0,30	0,10	81,05	66,14	14,91	7,09	19,97	1,83	0,93	0,80	0,98
4	Lý Sơn	0,67	0,50	0,17	0,07	0,05	0,02	0,74	0,55	0,19	6,41	11,86	2,71	0,94	0,88	0,97
5	Mình Long	6,44	4,72	1,72	0,07	0,05	0,02	6,50	4,76	1,74	1,03	2,22	0,42	0,99	0,98	1,00
6	Mộ Đức	77,12	62,90	14,22	0,36	0,27	0,09	77,48	63,17	14,31	5,44	14,16	1,46	0,95	0,86	0,99
7	Nghĩa Hành	38,41	30,50	7,91	0,27	0,20	0,07	38,68	30,70	7,98	1,50	3,72	0,46	0,98	0,96	1,00
8	Sơn Hà	27,05	19,92	7,13	0,27	0,20	0,07	27,32	20,12	7,20	0,36	0,81	0,14	1,00	0,99	1,00
9	Sơn Tây	3,71	2,11	1,60	0,06	0,05	0,02	3,78	2,16	1,62	0,17	0,28	0,11	1,00	1,00	1,00
10	Sơn Tịnh	60,85	47,88	12,97	0,25	0,19	0,06	61,10	48,07	13,03	1,64	3,87	0,52	0,98	0,96	0,99
11	Tây Trà	1,52	0,91	0,61	0,07	0,05	0,02	1,59	0,96	0,62	0,10	0,17	0,06	1,00	1,00	1,00
12	TP Quảng Ngãi	49,08	38,02	11,06	1,06	0,79	0,27	50,14	38,81	11,33	0,67	1,57	0,22	0,99	0,98	1,00
13	Trà Bồng	6,45	4,50	1,95	0,14	0,11	0,04	6,59	4,61	1,99	0,53	1,00	0,25	0,99	0,99	1,00
14	Tư Nghĩa	51,16	41,21	9,95	0,40	0,30	0,10	51,56	41,51	10,05	1,15	2,83	0,33	0,99	0,97	1,00

**Bảng PL.10. Kết quả tính chỉ số cung cấp nước sạch và chỉ số sử dụng nước hợp vệ sinh cho tỉnh Quảng Ngãi  
theo các kịch bản**

TT	Huyện	Dân số thành thị (người)	Dân số nông thôn (người)	Dân số thành thị được cung cấp nước sạch hợp vệ sinh (người)	Dân số nông thôn được cung cấp nước sạch hợp vệ sinh (người)	Chỉ số cung cấp nước sạch	Tổng số hộ gia đình (hộ)	Số hộ gia đình sử dụng từ công trình CNTT (hộ)	Số hộ gia đình sử dụng từ công trình CNNL (hộ)	Chỉ số sử dụng nước HVS
Giai đoạn hiện tại										
1	Ba Tơ	6799	57872	4419	28936	0,516	16288	1900	12101	0,860
2	Bình Sơn	9054	175379	5885	87689	0,507	56621	20010	35928	0,988
3	Đức Phổ	9288	137846	6037	68923	0,509	37346	5796	30159	0,963
4	Lý Sơn	0	21308				6112	0	5888	0,963
5	Minh Long	0	19423	0	9711	0,500	4979	1006	3230	0,851
6	Mộ Đức	7611	127245	4947	63622	0,508	34918	5834	29057	0,999
7	Nghĩa Hành	9755	84178	6341	42089	0,516	25020	909	23728	0,985
8	Sơn Hà	10905	67705	7088	33852	0,521	21918	4232	11548	0,720
9	Sơn Tây	0	20463	0	10231	0,500	5545	3224	140	0,607
10	Sơn Tịnh	0	98063	0	49032	0,500	26290	2	25192	0,958
11	Tây Trà	0	21258	0	10629	0,500	4717	2132	167	0,487
12	TP Quảng Ngãi	124157	146450	80702	73225	0,569	35776	2535	31586	0,954
13	Trà Bồng	9920	25850	6448	12925	0,542	8781	2058	4734	0,773
14	Tư Nghĩa	18476	114683	12010	57342	0,521	36420	3286	31894	0,966
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP4,5										
1	Ba Tơ	10566	80520	6868	40260	0,517	16288	1900	12101	0,860
2	Bình Sơn	10601	191719	6891	95860	0,508	56621	20010	35928	0,988
3	Đức Phổ	11695	145801	7601	72901	0,511	37346	5796	30159	0,963
4	Lý Sơn	0	27298				6112	0	5888	0,963
5	Minh Long	0	26708	0	13354	0,500	4979	1006	3230	0,851
6	Mộ Đức	9447	130942	6141	65471	0,510	34918	5834	29057	0,999
7	Nghĩa Hành	11731	90349	7625	45174	0,517	25020	909	23728	0,985

TT	Huyện	Dân số thành thị (người)	Dân số nông thôn (người)	Dân số thành thị được cung cấp nước sạch hợp vệ sinh (người)	Dân số nông thôn được cung cấp nước sạch hợp vệ sinh (người)	Chỉ số cung cấp nước sạch	Tổng số hộ gia đình (hộ)	Số hộ gia đình sử dụng từ công trình CNTT (hộ)	Số hộ gia đình sử dụng từ công trình CNNL (hộ)	Chỉ số sử dụng nước HVS
8	Sơn Hà	16958	81666	11023	40833	0,526	21918	4232	11548	0,720
9	Sơn Tây	0	25330	0	12665	0,500	5545	3224	140	0,607
10	Sơn Tĩnh	0	103108	0	51554	0,500	26290	2	25192	0,958
11	Tây Trà	0	27959	0	13980	0,500	4717	2132	167	0,487
12	TP Quảng Ngãi	155367	172175	100988	86087	0,571	35776	2535	31586	0,954
13	Trà Bồng	16216	31070	10540	15535	0,551	8781	2058	4734	0,773
14	Tư Nghĩa	21814	126038	14179	63019	0,522	36420	3286	31894	0,966
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP8,5										
1	Ba Tơ	10566	80520	6868	40260	0,517	16288	1900	12101	0,860
2	Bình Sơn	10601	191719	6891	95860	0,508	56621	20010	35928	0,988
3	Đức Phổ	11695	145801	7601	72901	0,511	37346	5796	30159	0,963
4	Lý Sơn	0	27298				6112	0	5888	0,963
5	Minh Long	0	26708	0	13354	0,500	4979	1006	3230	0,851
6	Mộ Đức	9447	130942	6141	65471	0,510	34918	5834	29057	0,999
7	Nghĩa Hành	11731	90349	7625	45174	0,517	25020	909	23728	0,985
8	Sơn Hà	16958	81666	11023	40833	0,526	21918	4232	11548	0,720
9	Sơn Tây	0	25330	0	12665	0,500	5545	3224	140	0,607
10	Sơn Tĩnh	0	103108	0	51554	0,500	26290	2	25192	0,958
11	Tây Trà	0	27959	0	13980	0,500	4717	2132	167	0,487
12	TP Quảng Ngãi	155367	172175	100988	86087	0,571	35776	2535	31586	0,954
13	Trà Bồng	16216	31070	10540	15535	0,551	8781	2058	4734	0,773
14	Tư Nghĩa	21814	126038	14179	63019	0,522	36420	3286	31894	0,966
Thời kỳ 2046-2065 không xét đến biến đổi khí hậu										
1	Ba Tơ	10566	80520	6868	40260	0,517	16288	1900	12101	0,860
2	Bình Sơn	10601	191719	6891	95860	0,508	56621	20010	35928	0,988
3	Đức Phổ	11695	145801	7601	72901	0,511	37346	5796	30159	0,963

TT	Huyện	Dân số thành thị (người)	Dân số nông thôn (người)	Dân số thành thị được cung cấp nước sạch hợp vệ sinh (người)	Dân số nông thôn được cung cấp nước sạch hợp vệ sinh (người)	Chỉ số cung cấp nước sạch	Tổng số hộ gia đình (hộ)	Số hộ gia đình sử dụng từ công trình CNTT (hộ)	Số hộ gia đình sử dụng từ công trình CNNL (hộ)	Chỉ số sử dụng nước HVS
4	Lý Sơn	0	27298				6112	0	5888	0,963
5	Minh Long	0	26708	0	13354	0,500	4979	1006	3230	0,851
6	Mộ Đức	9447	130942	6141	65471	0,510	34918	5834	29057	0,999
7	Nghĩa Hành	11731	90349	7625	45174	0,517	25020	909	23728	0,985
8	Sơn Hà	16958	81666	11023	40833	0,526	21918	4232	11548	0,720
9	Sơn Tây	0	25330	0	12665	0,500	5545	3224	140	0,607
10	Sơn Tĩnh	0	103108	0	51554	0,500	26290	2	25192	0,958
11	Tây Trà	0	27959	0	13980	0,500	4717	2132	167	0,487
12	TP Quảng Ngãi	155367	172175	100988	86087	0,571	35776	2535	31586	0,954
13	Trà Bồng	16216	31070	10540	15535	0,551	8781	2058	4734	0,773
14	Tư Nghĩa	21814	126038	14179	63019	0,522	36420	3286	31894	0,966

**Bảng PL.11. Kết quả tính chỉ số an ninh nước cả năm cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản**

TT	Huyện	Chỉ số hệ sinh thái	Chỉ số thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	Chỉ số kinh tế xã hội	Chỉ số tài nguyên nước và con người	Chỉ số an ninh nước
Giai đoạn hiện tại						
1	Ba Tơ	0,81	0,92	0,1304	0,74	0,65
2	Bình Sơn	0,66	0,91	0,0586	0,75	0,60
3	Đức Phổ	0,65	0,77	0,1488	0,75	0,58
4	Lý Sơn	0,45	0,86	0,1222	0,41	0,46
5	Minh Long	0,78	0,91	0,1241	0,73	0,64
6	Mộ Đức	0,68	0,74	0,1709	0,75	0,59
7	Nghĩa Hành	0,83	0,84	0,1760	0,76	0,65
8	Sơn Hà	0,90	0,92	0,1122	0,71	0,66
9	Sơn Tây	0,83	0,92	0,0503	0,68	0,62
10	Sơn Tịnh	0,78	0,82	0,1179	0,75	0,61
11	Tây Trà	0,76	0,92	0,1073	0,65	0,61
12	TP Quảng Ngãi	0,68	0,86	0,0657	0,76	0,59
13	Trà Bồng	0,79	0,92	0,1363	0,72	0,64
14	Tư Nghĩa	0,75	0,79	0,1569	0,75	0,61
	CẢ TỈNH	0,74	0,86	0,1198	0,71	0,61
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP4,5						
1	Ba Tơ	0,72	0,79	0,1277	0,84	0,62
2	Bình Sơn	0,55	0,76	0,0582	0,81	0,54
3	Đức Phổ	0,58	0,71	0,1488	0,82	0,56
4	Lý Sơn	0,45	0,91	0,1195	0,41	0,47
5	Minh Long	0,71	0,80	0,1208	0,81	0,61
6	Mộ Đức	0,55	0,67	0,1713	0,84	0,56
7	Nghĩa Hành	0,66	0,74	0,1756	0,87	0,61
8	Sơn Hà	0,74	0,82	0,1121	0,79	0,62

TT	Huyện	Chỉ số hệ sinh thái	Chỉ số thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	Chỉ số kinh tế xã hội	Chỉ số tài nguyên nước và con người	Chỉ số an ninh nước
9	Sơn Tây	0,73	0,77	0,0493	0,76	0,58
10	Sơn Tĩnh	0,66	0,72	0,1173	0,82	0,58
11	Tây Trà	0,66	0,84	0,1048	0,76	0,59
12	TP Quảng Ngãi	0,67	0,75	0,0650	0,85	0,58
13	Trà Bồng	0,73	0,80	0,1379	0,78	0,61
14	Tư Nghĩa	0,68	0,69	0,1561	0,84	0,59
	CẢ TỈNH	0,65	0,77	0,1189	0,79	0,58
Thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP8,5						
1	Ba Tơ	0,72	0,78	0,1277	0,81	0,61
2	Bình Sơn	0,55	0,75	0,0582	0,80	0,54
3	Đức Phổ	0,58	0,71	0,1488	0,80	0,56
4	Lý Sơn	0,45	0,91	0,1195	0,41	0,47
5	Minh Long	0,71	0,78	0,1208	0,80	0,60
6	Mộ Đức	0,55	0,65	0,1713	0,82	0,55
7	Nghĩa Hành	0,66	0,73	0,1756	0,84	0,60
8	Sơn Hà	0,74	0,81	0,1121	0,78	0,61
9	Sơn Tây	0,73	0,77	0,0493	0,75	0,57
10	Sơn Tĩnh	0,66	0,69	0,1173	0,81	0,57
11	Tây Trà	0,66	0,84	0,1048	0,75	0,59
12	TP Quảng Ngãi	0,67	0,72	0,0650	0,84	0,57
13	Trà Bồng	0,73	0,81	0,1379	0,77	0,61
14	Tư Nghĩa	0,67	0,65	0,1561	0,83	0,58
	CẢ TỈNH	0,65	0,76	0,1189	0,77	0,57
Thời kỳ 2046-2065 không xét đến biến đổi khí hậu						
1	Ba Tơ	0,77	0,92	0,1277	0,74	0,64
2	Bình Sơn	0,64	0,91	0,0582	0,76	0,59
3	Đức Phổ	0,63	0,77	0,1488	0,75	0,58

<b>TT</b>	<b>Huyện</b>	<b>Chỉ số hệ sinh thái</b>	<b>Chỉ số thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước</b>	<b>Chỉ số kinh tế xã hội</b>	<b>Chỉ số tài nguyên nước và con người</b>	<b>Chỉ số an ninh nước</b>
4	Lý Sơn	0,44	0,86	0,1195	0,40	0,46
5	Minh Long	0,75	0,91	0,1208	0,73	0,63
6	Mộ Đức	0,67	0,74	0,1713	0,75	0,58
7	Nghĩa Hành	0,81	0,84	0,1756	0,76	0,65
8	Sơn Hà	0,87	0,92	0,1121	0,71	0,65
9	Sơn Tây	0,80	0,92	0,0493	0,68	0,61
10	Sơn Tịnh	0,76	0,82	0,1173	0,75	0,61
11	Tây Trà	0,74	0,92	0,1048	0,65	0,60
12	TP Quảng Ngãi	0,67	0,86	0,0650	0,76	0,59
13	Trà Bồng	0,76	0,92	0,1379	0,72	0,63
14	Tư Nghĩa	0,74	0,79	0,1561	0,75	0,61
	CẢ TỈNH	0,72	0,86	0,1189	0,71	0,60

**Bảng PL.12. Kết quả tính chỉ số an ninh nước mùa cạn cho tỉnh Quảng Ngãi theo các kịch bản**

TT	Huyện	Chỉ số hệ sinh thái	Chỉ số thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	Chỉ số kinh tế xã hội	Chỉ số tài nguyên nước và con người	Chỉ số an ninh nước
1	Ba Tơ	0,80	0,82	0,1304	0,73	0,62
2	Bình Sơn	0,65	0,84	0,0586	0,74	0,57
3	Đức Phổ	0,61	0,66	0,1488	0,65	0,52
4	Lý Sơn	0,44	0,93	0,1222	0,39	0,47
5	Minh Long	0,78	0,82	0,1241	0,73	0,61
6	Mộ Đức	0,65	0,69	0,1709	0,72	0,56
7	Nghĩa Hành	0,82	0,77	0,1760	0,75	0,63
8	Sơn Hà	0,90	0,84	0,1122	0,70	0,64
9	Sơn Tây	0,84	0,83	0,0503	0,68	0,60
10	Sơn Tịnh	0,77	0,78	0,1179	0,74	0,60
11	Tây Trà	0,77	0,83	0,1073	0,65	0,59
12	TP Quảng Ngãi	0,68	0,79	0,0657	0,76	0,57
13	Trà Bồng	0,80	0,84	0,1363	0,72	0,62
14	Tư Nghĩa	0,75	0,77	0,1569	0,75	0,61
	CẢ TỈNH	0,73	0,80	0,1198	0,69	0,59

**Bảng PL.13. Kết quả tính chỉ số an ninh nước mùa lũ cho tỉnh Quảng Ngãi ở hiện tại**

TT	Huyện	Chỉ số hệ sinh thái	Chỉ số thiên tai và hiểm họa liên quan đến nước	Chỉ số kinh tế xã hội	Chỉ số tài nguyên nước và con người	Chỉ số an ninh nước
1	Ba Tơ	0,87	0,74	0,1304	0,74	0,62
2	Bình Sơn	0,68	0,73	0,0586	0,76	0,56
3	Đức Phổ	0,74	0,70	0,1488	0,76	0,59
4	Lý Sơn	0,62	0,67	0,1222	0,41	0,45
5	Minh Long	0,88	0,72	0,1241	0,73	0,62
6	Mộ Đức	0,62	0,66	0,1709	0,76	0,55
7	Nghĩa Hành	0,63	0,70	0,1760	0,76	0,57
8	Sơn Hà	0,70	0,76	0,1122	0,71	0,57
9	Sơn Tây	0,80	0,74	0,0503	0,68	0,57
10	Sơn Tịnh	0,58	0,69	0,1179	0,75	0,54
11	Tây Trà	0,79	0,75	0,1073	0,65	0,57
12	TP Quảng Ngãi	0,48	0,74	0,0657	0,76	0,51
13	Trà Bồng	0,88	0,74	0,1363	0,72	0,62
14	Tư Nghĩa	0,56	0,65	0,1569	0,76	0,53
	CẢ TỈNH	0,70	0,71	0,1198	0,71	0,56

